



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF MICROELECTRONICS

EKOLOGICKÁ ANALÝZA ELEKTROTECHNICKÝCH VÝROBKŮ

ECO-ANALYSE OF ELECTRIC PRODUCTS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. PETR ŠEBELA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

DOC. ING. IVAN SZENDIUCH, CSC.

BRNO 2011



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav mikroelektroniky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Mikroelektronika

Student: Bc. Petr Šebela

ID: 50487

Ročník: 2

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Ekologická analýza elektrotechnických výrobků

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se se systémem ekologického hodnocení výrobků v OEZ Letohrad. Proved'te ekologický rozbor vybraných typů elektrckých výrobků a vytvořte příslušné nástroje včetně jejich srovnání. Sestavte tabulku pro hodnocení použitých materiálů a porovnejte vlivy hodnocených výrobků na životní prostředí.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

dle doporučení vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc.

prof. Ing. Vladislav Musil, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt:

Práce je zaměřena na ekologický návrh a posuzování elektrotechnických výrobků v celém jejich životním cyklu. Tato oblast, ve světě nazývaná Eco-Design, se stala nedílnou součástí všech elektrotechnických výrob. Práce objasňuje nejen pojem Eco-Design, ale i další související oblasti s cílem dosáhnout omezení negativního vlivu na životní prostředí. V závěru je provedeno ekologické hodnocení konkrétního typu výrobku.

Abstract:

This work deals with ecological design and appraisal of quality of the electronic devices throughout their life cycle. This area known worldwide as Eco-Design, becomes an integral part of all electro technical productions. This work brings out not only conception of the Eco-Design, but also next related areas with the aim to decrease limitation of negative impact on environment. At the end of the work is compared and summarized the ecological evaluation of the concrete product types.

Klíčová slova:

Eco-Design, ekologická analýza, ekologie, výroba, MET matice, TPI, jistič.

Keywords:

Eco-Design, Eco-analyze, ecology, production, MET matrix, TPI, circuit breaker.

Bibliografická citace díla:

ŠEBELA, P. Ekologická analýza elektrotechnických výrobků. Brno, 2011. 69 s.
Vedoucí práce doc. Ing. Ivan Szendiuch, CSc. FEKT VUT v Brně

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 26. 5. 2011

.....

podpis autora

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ivanu Szendiuchovi, CSc. za účinnou metodickou a pedagogickou pomoc při zpracování mé diplomové práce. Dále paní Ing. Jaroslavě Havlové za odborné vedení mé práce, konzultace, podporu, poskytnutí materiálů potřebných k práci a cenné rady. Panu Ing. Petru Liškovi za pomoc v úvodu spolupráce.

Obsah:

1	Úvod.....	8
2	Co je Eco-Design.....	10
2.1	Zavedení pojmu	10
2.2	Původ Eco-Designu	11
2.3	Zásady Eco-Designu	12
3	Legislativní podpora.....	13
3.1	REACH	13
3.2	EuP	14
3.3	RoHS.....	16
3.4	WEEE.....	17
3.5	ISO 14 001	17
4	Nástroje pro Eco-Design.....	19
4.1	TPI.....	19
4.2	KEPI.....	21
4.3	MET.....	22
5	Posouzení vlivu výroby konkrétního typu výrobku na životní prostředí.....	23
5.1	Měření množství vypouštěných odpadních vod a minimalizace znečištění.....	23
5.2	Hodnocení odpadového hospodářství OEZ s.r.o.	26
5.3	Způsob měření látek unikajících do ovzduší	26
6	Elektrické jističe	29
6.1	Rozdělení jističů.....	29
6.2	Charakteristiky jističů	32
6.3	Označování a jiné informace	32
6.4	Norma ČSN EN 60898	33
6.5	Konstrukce jističe	35
7	Jističe LSN a LPN.....	36
7.1	Jističe LSN	36
7.2	Jističe LPN	37
7.3	Možné příslušenství.....	38
7.4	Srovnání technických parametrů.....	39
7.5	Materiálová tabulka (Bill of materials)	40
7.6	Srovnání ovlivnění ŽP při výrobě jednopólových jističů LSN a LPN	43

7.6.1	Způsoby výpočtu	43
7.7	Znečištění vod (emise do vod)	44
7.8	Odpady vyprodukované během výroby	46
7.8.1	Sorbent.....	46
7.8.2	Galvanické kaly.....	47
7.8.3	Zaolejovaná voda.....	48
7.8.4	Plasty	49
7.9	Znečištění ovzduší	49
8	<i>Shrnutí výsledků</i>.....	52
8.1	Porovnání jednotlivých komponent jističů	52
8.2	Porovnání z hlediska typu dílce	55
8.3	Produkce odpadní vody	57
8.4	Vyprodukované odpady.....	58
8.5	Emise do ovzduší.....	61
8.6	Celkové shrnutí.....	63
9	<i>Závěr</i>	64
	<i>Seznam použitých zdrojů:</i>.....	66
	<i>Seznam obrázků:</i>.....	68
	<i>Seznam tabulek:</i>.....	69

1 Úvod

Život na naší planetě existuje zhruba miliardu let. Díky tomu, že příroda nezná odpady, mohl by existovat i trvale. Jeho předpokladem je však sluneční záření, voda, kyslík a příznivý rozsah teplot. Přirozené ekosystémy fungují na principu dynamické rovnováhy a zpětných vazeb. Před zhruba 10 000 roky se člověk vyčlenil z přirozeného ekosystému a začal pomocí zemědělství a pastevectví měnit přirozené ekosystémy ke svému užitku. Po celou dobu své existence se lidé výrazně podílí na utváření přírody, a to i v horším slova smyslu.

Krátkodobé uvažování motivované myšlenkou maximálního zisku, mělo častokrát nedozírné následky přetrvávající až do dnešní doby. Z dob masivního rozkvětu průmyslu, kdy se o ohledu na ekologii či přírodu jako takovou nedalo ani uvažovat, se Země nevzpamatuje už asi nikdy. Na jedné straně se spotřebovávají suroviny, jejichž zásoby nejsou nevyčerpatelné, na druhé straně se do koloběhu dostávají škodlivé látky, které v uzavřeném ekosystému Země znečišťují vodu, vzduch, půdu, ovlivňují rozsah teplot a intenzitu záření. Tedy veškeré faktory, nutné pro existenci života.

Devastace krajiny a přírodních zdrojů vedla k prvním pokusům nápravy, či ochrany přírody formou vytváření chráněných území. Vždy se však řešily až důsledky nesprávného lidského konání. Vznikaly organizace, které se snažily zmírnit alespoň některé z devastujících následků. Místo prevence se uplatňovala především „léčba“.

Myšlenka Eco-Designu na celou situaci nahlíží z opačné strany. Ne od konce, tj. od následků, ale od začátku. Přesněji řečeno od příčin. V dnešní době existuje řada zákonů regulující a vedoucí lidskou činnost k šetrnějšímu zacházení s přírodou a jejími zdroji. Eco-Design ukazuje, že lze splnit náročné požadavky dnešní technické doby současně s nižším zatížením životního prostředí.

Cílem mé práce je porovnat dva konkrétní produkty, vyráběné firmou OEZ s.r.o. se sídlem v Letohradě, přičemž jeden je náhradou druhého. Během vývoje novějšího typu bylo věnováno značné úsilí nejen tomu, aby splňoval požadavky na vylepšení staršího typu, ale v neposlední řadě byl kladen velký důraz i na to, aby jeho dopad na životní prostředí byl co nejnižší. A to nejen během výroby, ale jak po čas jeho užívání, tak i po jeho uplynutí.

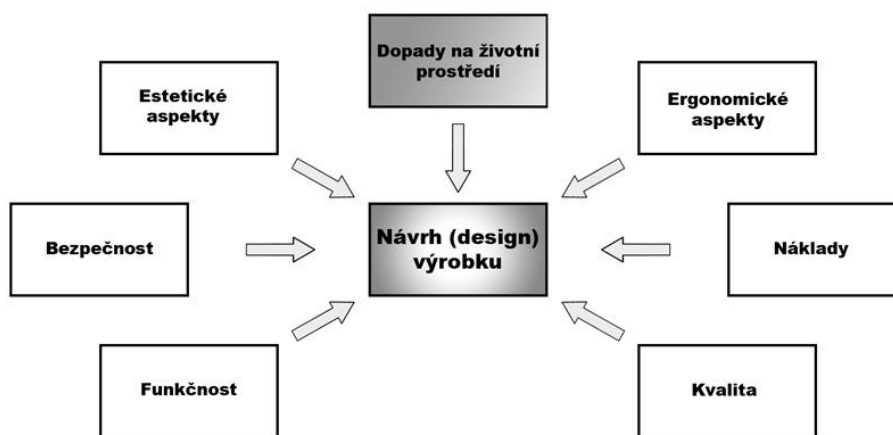
Práce by měla ukázat, že lze vyvíjet nové, stejně kvalitní nebo i lepší výrobky v souladu s nižší produkcí škodlivých látek znečišťujících vodu, vzduch či půdu a s ohledem na to, co se bude dít s produktem během jeho užívání, případných poruch a na konci životního cyklu.

2 Co je Eco-Design

2.1 Zavedení pojmu

V první řadě by bylo vhodné představit si pojem, který zastřešuje vše, o čem práce pojednává. Tím pojmem je Eco-Design.

Slovo Design definuje například slovník cizích slov jako „návrh výrobku sjednocující funkční účelnost a estetický vzhled“. Eco pak naznačuje, že návrh bude s ohledem především na ekologičnost a ekonomičnost výsledného produktu (viz. obrázek 2.1).

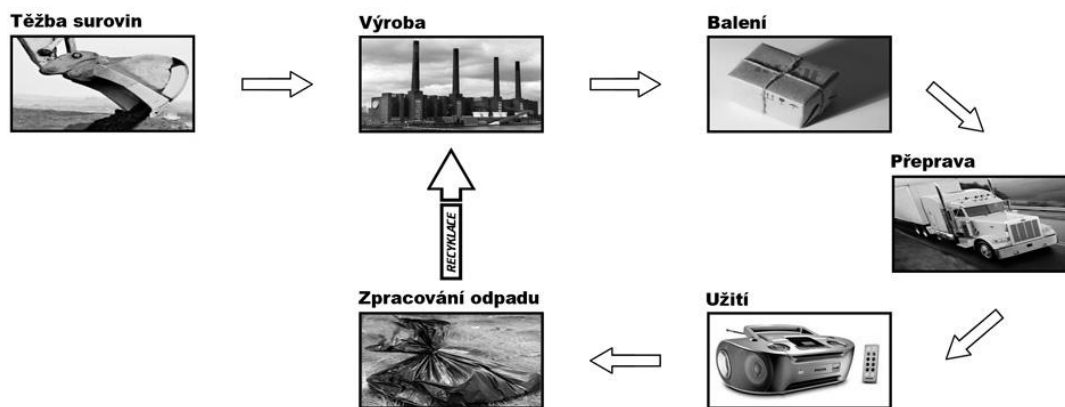


Obrázek 2.1: Aspekty ovlivňující návrh výrobku

Jednotná oficiální definice Eco-Designu neexistuje. V podstatě se jedná o systematické začleňování požadavků ochrany životního prostředí do procesu návrhu a vývoje produktu (výrobku nebo služby) tak, aby výsledný produkt byl co nejvíce šetrný vůči životnímu prostředí. Na šetrnost produktu vůči životnímu prostředí je v Eco-Designu kladen stejný důraz jako na jeho funkčnost, estetičnost a ekonomickou efektivnost.

Aplikace Eco-Designu by měla vést k produktům, které poskytují požadovaný užitek, přičemž vyžadují minimum zdrojů (energie, vody, půdy apod.), produkují minimum odpadů všeho druhu, a to v průběhu svého celého životního cyklu. Tím je v tomto případě myšlen nejen cyklus konkrétního hotového produktu, ale i vše, co jeho výrobě předcházelo a toho, co po skončení jeho používání následuje (viz. obrázek 2.2). Jedná se tedy i o samotnou těžbu

posléze použitých surovin. Náklady a potřeby pro převoz, energii a materiál potřebný k jejich zpracování a výrobě jednotlivých komponent, distribuce. Dále pak samotné užívání produktu, jeho případná oprava, recyklace a efektivní zakončení jeho životního cyklu.



Obrázek 2.2: Životní cyklus výrobku

2.2 Původ Eco-Designu

Na vznik nástroje měl velký vliv rozvoj preventivní strategie, především čistší produkce, kdy se při novelizaci výrobků poprvé začalo uvažovat o navrhování a vývoji takových alternativních výrobků, které by plnily požadované funkce, ale během svého celého životního cyklu by vykazovaly co nejmenší vliv na životní prostředí. Za oficiální vstup Eco-Designu na trh se považuje rok 1992, kdy na veletrhu v Hannoveru firma Wilkhan Ltd. předvedla v rámci programu Picto 20 otočnou kancelářskou židli vyrobenou dle zásad Eco-Designu.

Ekologové oceňovali např. 95 % recyklace schopných částí židle. Jejich označení materiálovou značkou a také vybudování recyklačního systému, který zajišťoval přebírání použitých židlí, jejich demontáž a opětné použití některých částí. Všechny látkové potahy na židli byly jednoduše oddělitelné, aby se daly snadno vyčistit, opravit nebo nahradit novými. Počet částí a množství materiálu bylo sníženo na minimum. Jednotlivé díly nebyly slepené lepidlem, ale mechanicky spojeny. A každá plastová část vážící více jak 15 g byla označena, aby ji bylo možné snadno identifikovat.

V důsledku recyklace některých částí stála židle méně, což zákazníci dokázali ocenit, takže prodej židle stoupl o 15 % [18].

2.3 Zásady Eco-Designu

Eco-Design se s každým dnem vyvíjí. Za jeho zásady se však dají považovat ty, které byly zveřejněné v časopise Innovation roku 1992.

1. *Prosazování bezpečných produktů a služeb* – ekodesignéři musí dbát na to, aby vyvíjené produkty i služby byly bezpečné jak pro člověka, tak i životní prostředí.
2. *Ochrana biosféry* – měla by být hledána taková řešení, aby možnost úniku látky poškozující vodu, vzduch nebo půdu, byla minimální.
3. *Udržitelné užívání přírodních zdrojů* – musí být brán ohled jak na udržitelné užívání obnovitelných zdrojů, tak i ochranu vegetace, divoké zvěře, nezastavěných prostor a původní přírody.
4. *Snižování odpadů a zvyšování recyklace* – vzniklé odpady by měly být minimální, proto by se už v návrhu mělo dbát na trvanlivost, přizpůsobivost, opravitelnost a možnost recyklace produktů. Tato kritéria také začlenit do zakázek a technických podmínek.
5. *Moudré užívání energie* – použité energetické zdroje by měly být vybírány tak, aby byly environmentálně bezpečné a zároveň by měly být zaváděny prostředky pro maximální úsporu energie.
6. *Snižování rizika* – zdravotní i enviromentální rizika zaměstnanců i koncových zákazníků by měla být minimální.
7. *Předávání informací* – ekodesignéři by si měli předávat nabyté zkušenosti a informace, které by mohly pomoci při výběru materiálů a procesů.

3 Legislativní podpora

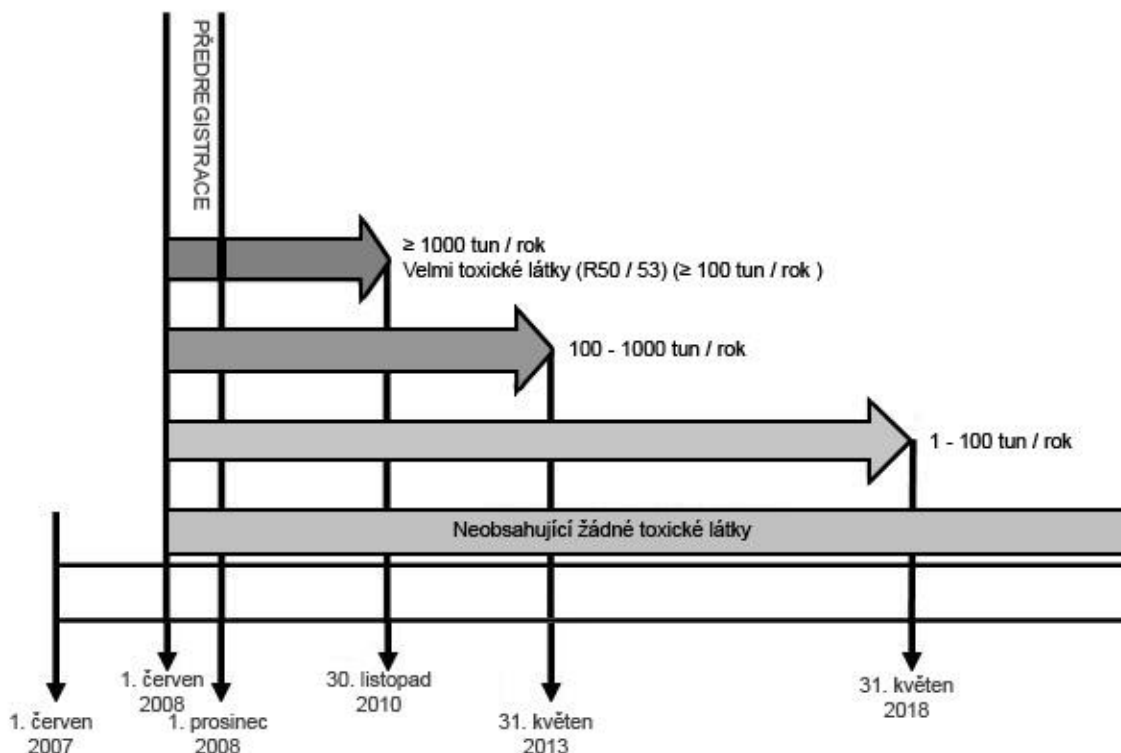
Aby nezůstalo jen u slov či dobré vůle, vzniklo několik směrnic, nařízení či zákonů pro nakládání s hojně používanými, nečistkami nebezpečnými látkami nebo týkající se již konkrétních produktů a zařízení.

3.1 REACH

Zkratka Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical substances. Je to systém kontroly Evropské unie pro regulaci chemických látek a jejich bezpečného užívání. Vešel v platnost 1. června 2007.

Hlavním cílem REACH je ochrana lidského zdraví a životního prostředí prostřednictvím včasného odhalení následků používání chemických látek a snaha, aby se nejpozději do roku 2020 používaly pouze chemické látky se známými vlastnostmi. Zároveň dává průmyslu velkou zodpovědnost za rizika způsobená jimi použitými chemikáliemi a měla by zlepšit konkurenceschopnost chemického průmyslu v rámci EU. Výhody REACH systému budou vzrůstat úměrně s počtem zapojených společností.

Nejprve je v systému provedena registrace (obrázek 3.1). Výrobci a dodavatelé musí podávat přesné informace o vlastnostech a složení chemických látek vyráběných nebo dovážených v množství od 1 tuny za rok, které se budou registrovat v centrální databázi ECHA (European Chemicals Agency) v Helsinkách. Agentura je díky tomu vnímána jako centrum REACH systému. Zároveň zpřístupňuje veřejnou databázi pro spotřebitele i profesionály, kteří si v ní mohou najít potřebné informace. Pokud si je společnosti nezaregistrují, nebudou moci látky v členských zemích EU vyrábět a ani je do nich dovážet. Nařízení vyjímá některé látky, se kterými je nakládáno odpovídajícím způsobem podle jiné legislativy nebo které představují zanedbatelné riziko.



Obrázek 3.1: Harmonogram registrace chemických látek, upraveno z [10]

Dalším krokem je evaluace, kde probíhá vyhodnocení technických podkladů předložených v rámci registrace. Hodnocení technických podkladů provádí příslušný orgán členského státu, v němž se látka vyrábí nebo se z něj dováží.

Posledním krokem je autorizace. Jedná se o povolení uvedení na trh a týká se mimořádně nebezpečných chemických látek, kterými jsou látky karcinogenní kategorie 1 a 2, látky mutagenní kategorie 1 a 2, látky toxické pro reprodukci kategorie 1 a 2, látky perzistentní, bioakumulativní, toxické, látky vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní. Pro tyto mimořádně nebezpečné látky bude vyžadováno povolení jejich specifického použití za stanovených podmínek. Bude vyžadováno prokázání sociálního nebo hospodářského přínosu převažujícího nad riziky spojenými s používáním látky.

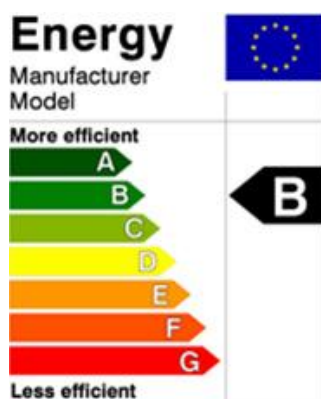
3.2 *EuP*

Jedná se o novou směrnici ratifikovanou Evropskou unií, celým názvem Eco-Design Requirements for Energy Using Products, která upravuje požadavky na konstrukci a výrobu

elektrických domácích zařízení tak, aby byly co nejšetrnější k životnímu prostředí. Všechny elektrické výrobky budou klasifikovány štítkem energetické účinnosti (EEL) se stupnicí A až G (viz. obrázek 3.2). Neefektivní a ne hospodárné produkty se následně, v několika etapách, přestanou dodávat na společný trh EU.

Postupně, během několika málo následujících let se všechna elektrická domácí zařízení roztřídí do výše zmíněných skupin. V současné době je hotový rozbor například pro boilers, větráky, ledničky a mrazničky, set top boxy. Běží studie pro sušičky prádla, vysavače, klimatizace atd. Do budoucna jsou naplánovány například pračky a spotřební elektronika (TV, rádia apod.).

Jak celá směrnice funguje, je možné demonstrovat například na žárovkách. Světelné zdroje klasifikované třídou “A” mají nízkou spotřebu elektrické energie, světelné zdroje třídy “G” mají spotřebu naopak velmi vysokou. Energetická účinnost je definována jako poměr světelného toku (lm) / příkonu (W). Od 1. září 2009 jsou zakázány všechny matné světelné zdroje kromě produktů, patřících do třídy energetické účinnosti “A“, což se týká především kompaktních zářivek. Dále se přestaly na trh uvádět všechny čiré žárovky s příkonem 80W a vyšším. V dalších etapách budou během následujících let postupně mizet i nižší příkonové řady s výjimkou některých speciálních typů. Toto se týká i halogenových žárovek. Od září 2010 se také změnila požadavky na balení. Výrobci mají dále povinnost publikovat všechny tyto informace na internetu. Termín “energeticky úsporné“ (“energy saver“) bude používán pouze pro kompaktní zářivky třídy energetické účinnosti “A“ [1].



Obrázek 3.2: Ukázka štítku energetické účinnosti [11]

3.3 RoHS

Jedná se o evropskou směrnici “Omezení užívání některých nebezpečných látek v elektronických a elektrotechnických zařízeních“ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment) vydanou 27. ledna 2003 a upravenou 18. srpna 2005. Směrnice nařizovala všem členským státům Evropské unie transformovat ustanovení směrnice do vnitrostátního předpisu ve formě zákona do 1. července 2006. Cílem je omezit používání šesti, ve směrnici označených látek, při výrobě elektrického a elektronického zařízení, které se ve velkých množstvích dostává na skládky, a tím přispět k ochraně lidského zdraví a životního prostředí. Omezení se proto netýká průmyslových, telekomunikačních, zdravotnických, vědeckých atd. zařízení s dlouhou životností, která se vyrábějí v malých množstvích a u nichž lze předpokládat, že neskončí na skládce. Výše zmíněné látky jsou:

- kadmium (Cd),
- rtuť (Hg),
- olovo (Pb),
- šestimocný chróm (Cr IV),
- polybromované bifenyly (PBB),
- polybromované difenylethery (PBDE).

Používání zařízení obsahující olovo, rtuť, kadmium, šestimocný chróm a zhášecí hoření (PBB, PBDE) nad určený váhový limit je direktivou zakázáno. Směrnice a její novela z 18. srpna 2005 stanovuje přípustný podíl kadmia na 0,01 %, u ostatních na 0,1 % v použitých materiálech a výjimky pro některá zařízení a technologie, které užití těchto látek nutně vyžadují (třeba olovo při výrobě skla, oceli, slitin mědi a hliníku, v pájkách, akumulátorech a podobně).

Výrobci zařízení zodpovídají za to, že jejich výrobky neobsahují ani jednu ze zmíněných šesti zakázaných látek ve větším než povoleném množství. Směrnice se nevztahuje přímo na jednotlivé komponenty a polotovary, a tak výrobci konečného zařízení jsou povinni provést takové kroky, aby všechny materiálové části, které jsou použity v jejich výrobcích, splňovaly tyto podmínky.

Ačkoliv směrnice platí pouze pro EU, výrobci všech elektronických zařízení mimo EU mají stejnou povinnost, pokud jsou jejich výrobky importovány do států EU. Podobná opatření uzákonila i řada dalších zemí mimo EU, například Švýcarsko, USA, Čína a Jižní Korea [2].

3.4 WEEE

Protože elektroodpad (elektrospotřebiče či jejich části, případně součástky) může obsahovat nebezpečné látky, vznikla směrnice o odpadu z elektrických a elektronických zařízení (The Waste Electrical and Electronic Equipment), která se spolu s výše zmíněnou směrnicí RoHS stala v únoru 2003 evropským zákonem, nařizujícím sběr a recyklaci pro všechny typy elektronického odpadu. Za směrnicí zodpovídají speciální firmy, které by zároveň měly zajistit renovaci nebo ekologicky přívětivou likvidaci produktů. Pro elektroodpad jsou stanovena sběrná místa nebo je možné jej bezplatně odevzdat prodejcům elektrotechnických výrobků. V ČR jsou náklady na provoz sběrných míst a likvidace elektroodpadu promítnuty do velkoobchodních a následně maloobchodních cen výrobků, jako tzv. recyklační poplatek. Ten se na všech fakturách a účtech vykazuje odděleně od ceny výrobku [3].

3.5 ISO 14 001

Tato mezinárodní norma (viz. obrázek 3.3) specifikuje požadavky na systém environmentálního managementu (EMS). Základním záměrem normy je podpora ochrany životního prostředí a prevence znečišťování. Norma nestanovuje žádné absolutní požadavky na environmentální chování organizace, klade však důraz na dodržování legislativních požadavků týkajících se jednotlivých složek životního prostředí (voda, vzduch, půda, odpady, atd.). Základem je identifikace všech možných aspektů, které mají vliv na životní prostředí. Organizace sama si pak může určit, čím nejvíce životní prostředí zatěžuje a hledat vhodné metody k postupnému snižování dopadů do životního prostředí.

Tento systém je určen všem organizacím bez ohledu na obor činnosti nebo velikost, které chtějí aktivně zlepšovat svůj přístup k ochraně životního prostředí a vyhnout se až milionovým pokutám od České inspekce životního prostředí za nedodržování požadavků legislativy.

Ekologicky orientované řízení nemusí znamenat ekonomické zatížení firmy. Zavádění EMS zpočátku vyvolává náklady, ale ve střednědobém horizontu by měl užitek z EMS převyšovat výdaje na zavedení, udržování a zlepšování systému.

Mezi hlavní přínosy fungujícího EMS, které firma pocítí, patří:

- dodržování legislativních požadavků v oblasti životního prostředí a tím i snížení rizika případné pokuty,
- celkové posílení stávajícího systému managementu organizace,
- hospodárnější využívání surovin, energií, dalších zdrojů,
- snížení rizika environmentálních nehod a havarijních stavů, za něž podnik nese odpovědnost,
- zvýšení podnikatelské důvěryhodnosti pro partnery, investory, peněžní ústavy, pojišťovny, veřejnou správu i širokou veřejnost,
- snazší získání povolení a licencí,
- získání konkurenční výhody,
- zavedení pořádku (zejména v provozu, v dokumentaci, v organizační struktuře a v environmentálních odpovědnostech).



Obrázek 3.3: Dynamický model environmentálního systému managementu podle ISO 14 001 [12]

4 Nástroje pro Eco-Design

Kromě směrnic vzniklo i několik podpůrných nástrojů pro Eco-Design, jejichž cílem je popsat konkrétní výrobek z tohoto pohledu. Nástroje jsou určené především environmentálním návrhářům a jejich výstupem může být například informace o celkovém vlivu výrobku na životní prostředí. Obecně se nástroje dají rozdělit na nástroje kvantitativní (číselná charakteristika negativního dopadu výrobku na životní prostředí) a kvalitativní (většinou se jedná o slovní zhodnocení konkrétního výrobku).

4.1 TPI

Index potenciální toxicity (Toxic Potential Index) je zástupce kvantitativních nástrojů pro Eco-Design. Byl vyvinut na Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration IZM v Berlíně a je volně dostupný na [www stránkách Fraunhofer Institute](http://www.fraunhofer-izm.de). Výstupem je toxicita použitých materiálů, určená ze zadaných kritérií, kterými jsou:

- R-věty (R-phrases)

R-věty jsou standardní věty označující specifickou rizikovost nebezpečných chemických látek a přípravků, které vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností. R-věty a jejich znění se řídí zákonem č. 356/2003 o chemických látkách a chemických přípravcích a směrnicí EU 67/548/EEC o sblížování zákonů, právních předpisů a správních opatření týkajících se klasifikace, balení a označování nebezpečných látek [4]. Pro představu o tom, co R-věty jsou, několik příkladů: R10 označuje hořlavou látku, R20 látku škodlivou při vdechnutí, R21 látku škodlivou při styku s pokožkou, ale existují i kombinace více nebezpečných vlastností, např. R20/21 označuje látku škodlivou při vdechnutí nebo styku s pokožkou.

- WGK (Wassergefährdungsklassen)

Tento parametr vychází z německé legislativy, konkrétně z VwVwS (Verwaltungsvorschrift wassergefahrdende Stoffe) a udává stupeň potenciální škodlivosti pro vodní ekosystémy a podzemní vody, při kontaminaci konkrétní látkou. Všechny látky jsou rozdělené do skupin. Buď podzemní vody nepoškozují, pak jsou označeny stupněm “0“, nebo patří do jedné ze skupin WGK 1, WGK 2 a WGK 3, podle toho, jak silně vody znečišťují.

- MAK (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration), TRK (Techn. Ref. Konz.)

Oba parametry jsou dané maximálním přípustným množstvím škodlivých látek na pracovišti. Hodnotu je možné zadat přímo v softwaru pro výpočet TPI, pokud je známa. V opačném případě se bere nejnižší hodnota ze všech získaných údajů pro konkrétní látku.

- EU klasifikace karcinogenity

Je rozdělená do čtyř skupin. Kategorie 1 obsahuje prokazatelně karcinogenní látky, např. soli arzenu, azbest. Do kategorie 2 patří pravděpodobně karcinogenní, např. uretan (INN). V kategorii 3 jsou potenciálně karcinogenní, např. formaldehyd, motorová nafta. Poslední, někdy označovaná jako nultá kategorie, obsahuje neklasifikované látky. Parametr je někdy jen stěží možné specifikovat, ale jak sami výrobci software uvádějí, nejedná se o parametr klíčový.

Jak je vidět výše, index potenciální toxicity je získán z dat, která jsou volně dostupná, a to ve tvaru, který lze přímo vložit do software (např. obrázek 4.1). Aktualizované zdroje, ze kterých lze čerpat informace pro určení TPI jsou:

- legislativní normy vztahující se k chemickým látkám,
- bezpečnostní listy konkrétních materiálů (Material Safety Data Sheets).

Obrázek 4.1: Kalkulačka pro výpočet TPI [9]

4.2 KEPI

Indikátory klíčového environmentálního stavu (Key Environmental Performance Indicators) mají za úkol identifikovat nejdůležitější dopady životního cyklu výrobku na životní prostředí, při malosériové výrobě. Výsledkem jsou ukazatele množství drahých kovů, které zodpovídají za fyzické a chemické rysy produktu a jeho součástí. Ukazatele mohou být použity pro nastavení směrnic, porovnání výkonnosti, monitorování a zlepšování environmentálního stavu. Tyto ukazatele jsou snadno použitelné a zhodnocení stavu není časově náročné. Použití této metody se ukázalo vhodné například při výrobě mobilních telefonů, kde je potřeba analyzovat díly s největším dopadem na životní prostředí. Identifikovat jejich fyzické a chemické rysy a ty nejkritičtější označit jako KEPI. Jsou dvě základní skupiny pro které se indikátory vyvíjí (viz. tabulka 4.1), záleží na jejich využití. Indikátor pracuje se spotřebou energie, vlivem na globální oteplování, acidifikací, možností zoxيدování, toxicitou, spotřebou surovinami a znečištěním ovzduší.

Tabulka 4.1: Typy environmentálních ukazatelů

Indikátory pro environmentální manažery	Indikátory pro environmentální návrháře
Výčet ekologických aspektů a dopadů	Výčet chemických charakteristik produktu
Hlavní cíl je demonstrovat environmentální stav	Hlavním cílem je užití pro eco-design, porovnávání a monitorování
Je použitelná pro interní i externí komunikaci	Je použitelný pouze pro interní komunikaci
Vstupní i výstupní informace musí dodat výrobci	Informace o fyzických a chemických vlastnostech komponentů musí dodat dodavatelé
LCI (Life Cycle Inventory) musí být stále aktuální	LCI není potřeba
Příklady zahrnují spotřebu vody, potenciální toxicitu atd.	Příklady zahrnují velikost PWB, množství vzácných kovů atd.

4.3 MET

Matice zahrnující materiály, energii a toxicitu pro celý životní cyklus výrobku. Matice je na obrázku 4.2. Jednotlivé řádky oddělují fáze produktu – těžbu a získávání materiálu, výrobu, distribuci, používání a likvidaci. Sloupce zobrazují zatížení životního prostředí, a to v podobě použitého materiálu, energie a toxicitu.

Tabulka 4.2: MET matice, přepracováno z [5]

	(M) Použité materiály	(E) Použitá energie	(T) Toxické emise
Surové materiály	Všechny potřebné materiály, součástky a komponenty	Energie potřebná pro získání materiálu Energie potřebná pro čištění surovin Energie vynaložená při přepravě surovin do továrny	Znečištění životního prostředí způsobené těžbou surovin
Produkty továren kompletní montáž	Zakoupené pomocné materiály a nástroje (šroubováky, elektrická zařízení atd.) Další materiály použité při výrobě (např. pro svařování, barvení atd.)	Spotřeba energie během výroby	Toxický odpad vyprodukovaný továrnou Zbytky materiálu (odřezky, odpady atd.)
Distribuce a zásobování včetně balení produktů	Materiály použité na obaly, krabice, palety a další typy věcí souvisejících s přepravou	Energie spotřebovaná během balení výrobku Transport z továrny k distributorům	Odpady vzniklé během přepravování
Používání běžné užívání výrobku a servis (údržba a opravy)	Materiály potřebné pro chod zařízení Náhradní součástky	Energie spotřebovaná výrobkem během jeho užívání	Odpady z použitých materiálů Odpady vzniklé např. výměnou poškozeného dílu
Konec životního cyklu renovace či případná likvidace	Materiály potřebné pro recyklaci nebo likvidaci	Energie spotřebovaná při likvidaci nebo renovaci Energie spotřebovaná převozem na místo likvidace nebo renovace	Toxický odpad vzniklý koncem životního cyklu výrobku Odpad vzniklý spálením Recyklace materiálů

5 Posouzení vlivu výroby konkrétního typu výrobku na životní prostředí

Jak již bylo zmíněno výše, každý výrobek zatěžuje více či méně životní prostředí nejen během své existence, ale již mnohem dříve před samotným vznikem, a to ve značné míře. Cílem této práce je srovnání starého typu výrobku s novým, a to právě mírou zatížení životního prostředí oběma typy výrobku během výrobního procesu. Následující kapitoly budou věnovány popisu srovnávaných oblastí. Hodnocena bude zátěž výrobku z pohledu:

- objemu vyprodukované odpadní vody,
- množství vyprodukovaného odpadu,
- znečištění ovzduší.

5.1 *Měření množství vypouštěných odpadních vod a minimalizace znečištění*

Odpadní vody znečištěné z procesu technologií galvanovny jsou svedeny do neutralizační stanice, která je vybavena zařízením pro fyzikálně-chemickou úpravu (neutralizaci) odpadních vod z galvanických provozů tak, aby byly splněny požadavky na kvalitu a nebylo ohroženo životní prostředí.

Každou hodinu je odebírán vzorek o objemu 1 dl z vypouštěné zneutralizované odpadní vody do směšovacího zařízení. Z tohoto směsného vzorku provede laboratoř analýzu na škodliviny, které jsou firmě určeny Integrovaným povolením vydaným Českou inspekcí životního prostředí. Integrovaným povolením jsou dané limity, které firma nesmí překročit a množství vypouštěných odpadních vod. Kromě každodenního kontrolního rozboru místní laboratoři je směsný vzorek 1x za měsíc odvážen do autorizované laboratoře, kde je kvalita vody rovněž kontrolována.

Mezi galvanovnou a neutralizační stanicí je nejprve zařízení pro přečerpávání odpadních vod a koncentrátů z galvanovny. Pro konečné zpracování odpadních vod je důležité jejich rozdělení dle složení:

- odpadní vody s obsahem kyanidů,

- odpadní vody alkalické a kyselé s obsahem ostatních kovů,
- zaolejované vody.

Zároveň je provedeno rozdělení odpadních vod dle míry znečištění na:

- oplachové,
- koncentrované.

Odpadní vody s kyanidy vznikají v galvanovně v technologiích stříbření, mědění, pozinkování a elektrolýzy. Tyto vody jsou svedeny do jímek na kyanidovou vodu, do které jsou zaústěny PP trubicí. Nádrže jsou umístěny v přečerpávací stanici a v neutralizační stanici.

Odpadní vody alkalické a kyselé s obsahem ostatních kovů jsou svedeny systémem kanálků do stávající rozdělovací jímky kyselých vod a trubicí zaústěny do přečerpávací nádrže umístěné v původní jímce přečerpávací stanice.

Zaolejované vody jsou svedeny nebo přečerpávány do zásobníku v přečerpávací stanici. Tyto vody jsou čerpány do zařízení, kde je prováděna separace oleje (tzv. zakoncentrovávání olejového zbytku). Jelikož je odmašťování na alkalické bázi (neorganické), vodný roztok odmašťovacích přípravků je sveden do zásobní jímky na alkalicko-kyselé vody a společně s nimi je zneškodňován. Koncentrované vody jsou automaticky přečerpávány do vod oplachových, kde dojde k jejich naředění.

Za tímto procesem následuje neutralizační stanice, kterou tvoří soubor zařízení, pracujících na principu neutralizace systémem Foessel. Jde o diskontinuální plně automatizovaný cyklus neutralizace, kdy jsou jednotlivé proudy odpadních vod upravovány dle jejich charakteru. Neutralizační stanice likviduje tři základní typy odpadních vod. Jedná se o odpadní alkalicko-kyselé vody, kyanidové vody a odpadní vody odmašťování zbavené olejů.

Odpadní vody s obsahem kyanidů jsou přečerpávány z jímky z prostoru přečerpávací stanice do nádrže, která je umístěna v samostatné jímce na úrovni – 2,5 m. Z této nádrže je všechna voda automaticky dopravována čerpadlem do reakčních nádrží zařízení NEUTRO 2000 B-SM a NEUTRO 2000 C-SM na oxidaci kyanidů. Po dosažení max. hladiny v nádrži je čerpání přerušeno a hodnota pH je zvýšena přidáním NaOH. V závislosti na oxidačně redukčním potenciálu je dávkován ze zásobníku jednotky chlornan sodný do doby úplného zoxidování kyanidových vod. Lázeň se udržuje během procesu homogenní cirkulací. Po ukončení procesu je odpadní voda vyčerpána do nádrže alkalicko-kyselé vod a zařízení je připraveno k dalšímu cyklu.

Alkalicko-kyselé odpadní vody s obsahem těžkých kovů se shromažďují v přečerpávacím zásobníku přečerpávací stanice a jsou přečerpávány do akumulární nádrže. Z nádrže je odpadní voda přečerpávána jedním z dvojice čerpadel, vybavených zavodňovacími válci do zařízení NEUTRO 3000 AC pro zajištění potřebné hodnoty pH pro zachycení těžkých kovů v lamelovém usazováku jednotky. V jedné části reakční nádrže je do odpadní vody přidáván 30 % NaOH, v druhé 50 % H_2SO_4 tak, aby byla zajištěna požadovaná hodnota pH. Kapalina následně přetéká do druhé komory reakční nádrže, kde je hodnota pH doladěna na požadovanou hodnotu.

Odpadní vody z odmašťování zbavené olejů se zneškodňují společně s alkalicko-kyselými vodami. Olej se z původních vod separuje v zařízení UFK-200. Anorganický zbytek z těchto vod se přečerpává do alkalicko-kyselé vod. Po upravení pH na požadovanou hodnotu se začnou tvořit vločky neutralizačního kalu a do homogenního roztoku je automaticky dávkován flokulant, který způsobí vytváření odfiltrovatelných vloček hydroxidických kalů (shluky). Hydroxidické kaly na sebe vážou ionty těžkých kovů, jako je nikl, zinek, měď, chrom a jiné a takto jsou odpadní vody vyčištěny od těchto škodlivin. Na reakční nádrže navazuje lamelový usazovák, v němž dochází k zachytu vloček kalů po neutralizaci. Odtud je pak směs přečerpávána přes kalolis, kde se na filtrech zachytí pevné části a ty se pak likvidují jako nebezpečný odpad – galvanický kal.

Voda zbavená pevných částí prochází kolonovým dočištěním. Nejdříve je kolona s pískovým filtrem, aby se zachytily mechanické části uniklé kalolisu. Následuje kolona s aktivním uhlím, která odchytilí případné organické části z leskutvorných přísad galvanických lázní a jako poslední jsou kolony s iontoměničovými pryskyřicemi, kde se zachytí ionty těžkých kovů, které se nestihly navázat do kalů. Takto dočištěná odpadní voda odchází z neutralizační stanice do potoka.

5.2 Hodnocení odpadového hospodářství OEZ s.r.o.

Produkované odpady jsou průběžně evidovány, tříděny a ukládány do určených označených sběrných nádob. Cílem třídění je splnit nejen legislativní požadavky, ale hlavně umožnit maximální využití produkovaných odpadů.

Hlavní environmentální cíle společnosti jsou:

- zajistit sběr nebezpečných složek komunálního odpadu,
- zajistit sběr, recyklaci a využití odpadů spotřebitelských obalů,
- snížit hmotnostní podíl biologicky rozložitelných odpadů uložených na skládky,
- zvyšovat v maximální možné míře množství materiálů využívaných druhů odpadů tvořících biologicky rozložitelné komunální odpady vytříděné z komunálního odpadu, zejména papíru, lepenky a dřeva,
- zajistit energetické využití odpadů,
- zajistit zpětný odběr a využití použitých elektrických akumulátorů, galvanických článků a baterií bez nároku na úplatu,
- zajistit zpětný odběr a využití použitých zářivek bez nároku na úplatu.

5.3 Způsob měření látek unikajících do ovzduší

Podle § 9, odst. 1, písm. a), vyhlášky MŽP ČR č. 356/2002 Sb., kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, požadavky na vedení provozní evidence zdroje znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování, je jednou za rok provedeno jednorázové měření a dílčí krátkodobé odběry za účelem stanovení středních hmotnostních koncentrací a hmotnostních emisních toků znečišťujících látek.

Měření probíhá v tak zvaných výduších (obrázek 5.1). Jedná se vlastně o odvětrávací komíny umístěné po celém pracovním prostoru, nad jednotlivými pracovišti. Tím pádem je možné přesně zjistit z jakého pracoviště a v jakém množství unikají nebezpečné nebo škodlivé látky. Pro přesné měření je třeba přímý úsek potrubí a ustálený pracovní režim.



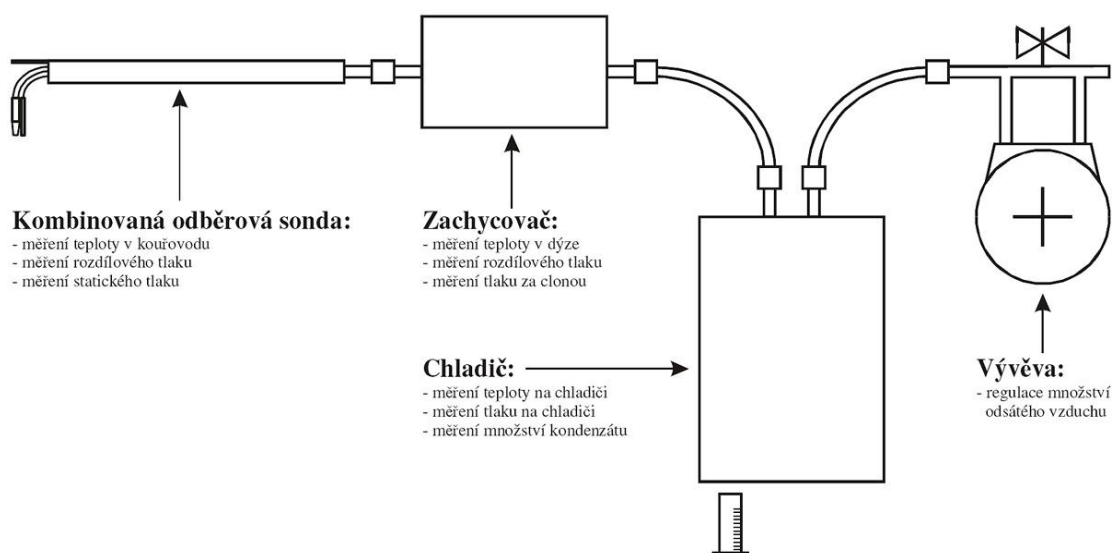
Obrázek 5.1: Výduchy umístěné na galvanovně nad jednou z linek

Po té může být zahájeno měření vzduchotechnických parametrů určením dynamického tlaku a přetlaku nebo podtlaku pomocí Prandtlovy sondy a teploty vzdušiny v měřicím řezu pomocí termočláňkového čidla. Z těchto parametrů se určuje měrná hmotnost vzdušiny a vypočítá se její rychlost. Takováto měření může provádět pouze měřící skupina, která má akreditaci. Bez akreditace nelze vydat Protokol autorizovaného měření emisí pro potřeby výpočtu poplatku za znečišťování ovzduší a jako doklad o plnění požadavku na množství vypouštěných emisí.

K vlastnímu měření koncentrace tuhých částic se používá gravimetrická metoda (viz. obrázek 5.2). Vzorky ke stanovení koncentrace tuhých znečišťujících látek se odebírají gravimetrickou soustavou, vytápěnou odběrovou sondou a následně jsou odloučeny zachycovačem s integrovanou nátokovou dýzou. Sonda opatřená hubicí se umísťuje do potrubí otvorem proti směru proudění plynu a proud vzorku se odebírá izokineticky po dobu

měřicího intervalu. Izokinetika odběru se zajišťuje referenční Prandtlou sondou a je řízena podle údaje tlakového spínače připojeného na měřicí dýzu v dílčím proudu odpadního plynu.

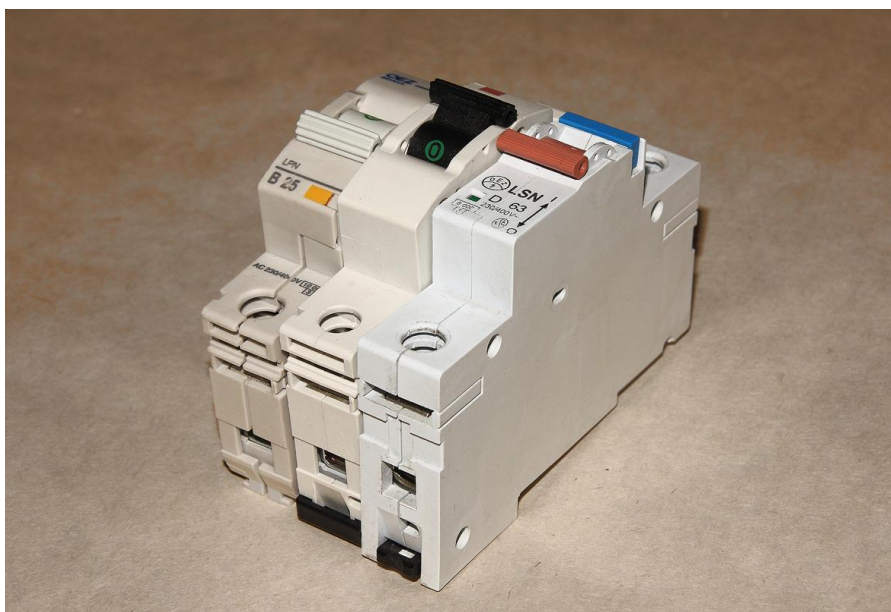
Odsátý a změřený objem vzorku plynu se zbavuje tuhých příměsí na speciálním filtru ze skleněných vláken. Filtr je později vysušen při teplotě 110 °C do konstantní hmotnosti a zvážen na analytických vahách. Hmotnostní koncentrace částic se vypočítá z hmotnosti zachycených částic a příslušného objemu vzorkovaného plynu. Hmotnostní tok tuhých částic se vypočítá ze stanovené hmotnostní koncentrace tuhých částic a příslušného průtoku plynu v potrubí.



Obrázek 5.2: Schéma měřicí soustavy [17]

6 Elektrické jističe

Jistič je elektrický prvek, který při nadměrném elektrickém proudu (většinou při přetížení nebo zkratu) automaticky rozpojí elektrický obvod, čímž může chránit obsluhu před možným úrazem elektrickým proudem a chráněné elektrické zařízení před jeho poškozením. Na rozdíl od pojistky, která musí být vyměněna, lze jistič znovu zapnout a obnovit tak dodávku proudu do elektrického obvodu. Jedná se tedy o nedestruktivní jisticí zařízení. Příklad několika různých typů jističů je uveden na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1: Jističe LPN (vlevo a uprostřed) a LSN (vpravo)

6.1 Rozdělení jističů

Jističe se dají rozdělit podle několika hledisek. Prvním dělením by mohlo být například podle napěťové soustavy, ve které se používají:

- střídavé,
- stejnosměrné.

Podle počtu pólů:

- jednopólové jističe,
- dvojpólové jističe s jedním jištěným pólem,
- dvojpólové jističe se dvěma jištěnými póly,
- dvojpólové jističe se třemi jištěnými póly,

- čtyřpólové jističe se třemi jištěnými póly,
- čtyřpólové jističe se čtyřmi jištěnými póly.

Podle ochrany před vnějšími vlivy:

- krytý typ – nevyžadující příslušný vnější kryt,
- nekrytý typ – určený pro použití s příslušným vnějším krytem.

Podle způsobu montáže:

- nástěnný typ,
- vestavěný typ,
- typ pro panelový rozvaděč neboli distribuční rozvaděč.

Podle způsobu připojování:

- jističe, jejichž připojování není spojeno s mechanickým upevněním,
- jističe, jejichž připojování je spojeno s mechanickým upevněním.

To jsou například odnímatelný typ, svorníkový typ, závitový typ. Některé jističe mohou být odnímatelného nebo svorníkového typu jen na napájecí straně, přičemž svorky na straně zátěže jsou obvykle navrženy pro připojování vodičů.

Dále pak podle způsobu vypínání:

- termomagnetické, které se dají dále rozdělit na:
 - bimetal – reaguje na nízké násobky jmenovitého proudu – přetížení,
 - elektromagnet – reaguje na vyšší násobky jmenovitého proudu – zkrat.
- kataraktové (hydraulické) - elektromagnet, jehož ocelové jádro se pohybuje v olejové náplni - tlumiči. Při působení nadproudu je jádro vtahováno proti síle vnitřní pružiny a tření v oleji do cívky. Při dostatečném vtažení jádra dojde k přitažení vnější kotvy elektromagnetu a tím vybavení jističe.
- s elektronickou spouští - jistič obsahuje proudový transformátor, který převádí proud jističem na hodnoty, následně vyhodnocované blokem elektronické spouště. Při překročení nastavených hodnot jistič vypne. Tento způsob vybavování se využívá

hlavně u jističů větších ampéráží cca 200 A a výš, kde by bylo problematické vytvořit zkratovou spoušť pomocí cívky nebo tepelnou spoušť pomocí bimetalového pásu. Jističe s elektronickou spouští mají další výhodu v nastavení maximálního proudu, volby vypínací charakteristiky, diagnostice jističe (možnost propojení s PC) apod.

Podle systému zhášení oblouku:

- vzduchové – oblouk mezi kontakty vzniká ve vzduchu, k jeho hašení se nejčastěji používá deionová zhášecí komora,
- olejové – oblouk se zháší působením oleje (takové jsou používány jen zřídka).

Podle okamžitého vypínacího proudu:

- typ B
- typ C
- typ D

Další dělení ukazuje tabulka 6.1. Jedná se o dělení jednotlivých typů dle počtu pólů a k nim přiřazené jmenovité napětí, pro které jsou určeny.

Tabulka 6.1: Normalizované hodnoty jmenovitého napětí, přepracováno z ČSN EN 60898

Jističe	Obvod napájející jistič	Jmenovité napětí jističů
Jednopolové	Jednofázový (mezi fází a středním vodičem nebo mezi fázemi)	230 V
	Trojfázový (čtyřvodičový)	230 V
	Jednofázový (mezi fází a středním vodičem) nebo trojfázový s použitím tří jednopolových jednopolových jističů (třívodičový nebo čtyřvodičový)	230/400 V
Dvopolové	Jednofázový (mezi fází a středním vodičem nebo mezi fázemi)	230 V
	Jednofázový (mezi fázemi)	400 V
	Jednofázový (mezi fázemi, třívodičový)	230 V
	Trojfázový (čtyřvodičový)	230 V
Trojpolové	Trojfázový (třívodičový nebo čtyřvodičový)	400 V
Čtyřpolové	Trojfázový (čtyřvodičový)	400 V
Poznámka: V IEC 60038 byly normalizovaná hodnota napětí sítě 230/400 V. Tato hodnota má postupně nahradit hodnoty 220/380 V a 240/415 V.		

6.2 Charakteristiky jističů

Každý jistič lze charakterizovat několika údaji:

- počtem pólů,
- ochranou proti vnějším vlivům,
- způsobem montáže,
- způsobem připojování,
- hodnotou jmenovitého pracovního napětí,
- hodnotou jmenovitého proudu,
- hodnotou jmenovitého kmitočtu,
- rozsahem okamžitého vypínacího proudu,
- hodnotou jmenovité zkratové schopnosti,
- charakteristikou I^2t ,
- klasifikací I^2t .

6.3 Označování a jiné informace

Každý jistič musí být označen trvanlivě těmito údaji:

- jméno výrobce nebo jeho obchodní značka,
- typové označení, katalogové nebo výrobní číslo,
- jmenovité (jmenovitá) napětí,
- jmenovitý proud bez značky „A“, před nímž je značka okamžitého vypínání (B, C nebo D), například B 16,
- jmenovitý kmitočet, pokud je jistič navržen pouze pro jeden kmitočet,
- jmenovitá zkratová schopnost v ampérech v obdélníku bez značky „A“,
- schéma zapojení, pokud správný způsob zapojení není zřejmý,
- referenční kalibrační teplota, pokud se liší od 30°C,
- stupeň ochrany krytem (pokud je jiný než IP20),
- třída omezení energie ve čtverci v souladu s přílohou ZA, pokud je to použitelné,
- zapínací a vypínací schopnost na jednotlivém pólu vícepólových jističů (I_{cn1}), pokud se liší od I_{cn} [16].

6.4 Norma ČSN EN 60898

Norma platí pro vzduchové jističe na střídavý (stejnoseměrný) proud určené pro provoz při 50 Hz nebo 60 Hz, jejichž jmenovité napětí nepřesahuje 440 V (mezi fázemi), jmenovitý proud nepřesahuje 125 A a jmenovitá zkratová schopnost nepřesahuje 25 000 A. Jističe jsou podle této normy určeny pro ochranu proti nadproudům v elektrických instalacích v budovách a v podobných aplikacích, navrženy pro používání nepoučenými osobami a pro provoz bez údržby. Dále jsou určeny pro používání v prostředí se stupněm znečištění 2 a jsou vhodné pro bezpečné oddělení. Tato norma platí také pro jističe, které mají více než jeden jmenovitý proud, pokud prostředky pro změnu z jedné diskrétní jmenovité hodnoty na druhou nejsou přístupné v normálním provozu a jmenovitou hodnotu nelze změnit bez použití nástroje.

Tato norma neplatí pro jističe určené pro jištění motorů a pro jističe, jejichž proudové nastavení je možné regulovat prostředky přístupnými pro uživatele.

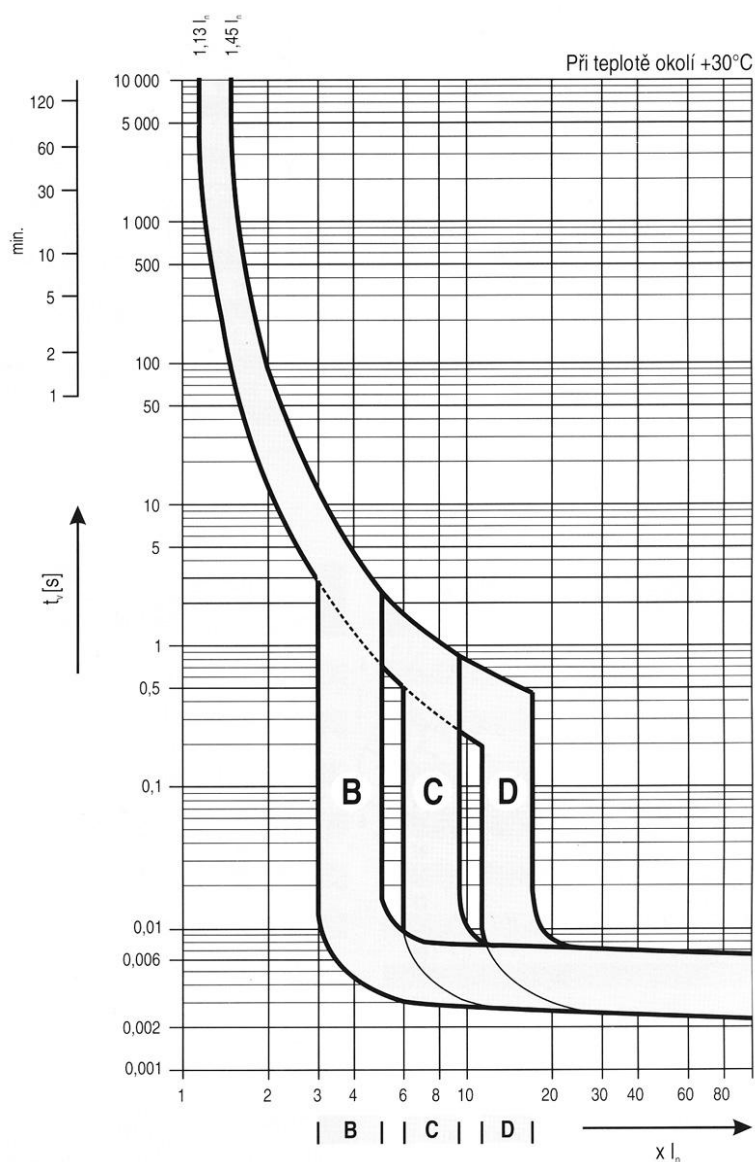
Obsahuje zároveň všechny požadavky nutné pro zajištění shody s pracovními charakteristikami požadovanými pro tato zařízení typovými zkouškami. Obsahuje také podrobné informace týkající se požadavků na zkoušky a metod zkoušení, které jsou nutné pro zajištění reprodukovatelnosti výsledků zkoušek.

Norma stanoví:

- charakteristiky jističů,
- podmínky, jimž musí jističe vyhovovat, se zřetelem na:
 - a) jejich činnost a chování v normálním provozu,
 - b) jejich činnost a chování v případě přetížení,
 - c) jejich činnost a chování v případě zkratů do jejich jmenovité zkratové schopnosti,
 - d) jejich dielektrické vlastnosti,
- zkoušky, které mají potvrdit, že tyto podmínky byly splněny a metody, které mají být pro zkoušky použity,
- údaje, které mají být vyznačeny na zařízeních,

- sledy zkoušek, které mají být provedeny a počet vzorků, které mají být předloženy pro účely certifikace,
- koordinace v podmínkách zkratu s jiným zařízením pro ochranu proti zkratu (SCPD) přidruženým ve stejném obvodu,
- výrobní kusové zkoušky, které mají být provedeny na každém jističi, aby byly zjištěny nepříjemné změny materiálu nebo výroby, které by mohly ovlivňovat bezpečnost.

Dále tato norma určuje i vypínací charakteristiky (viz. obrázek 6.2). Jedná se o průběh závislosti doby vypnutí jističe na velikosti nadproudu (tj. vyšší proud než I_n) [16].



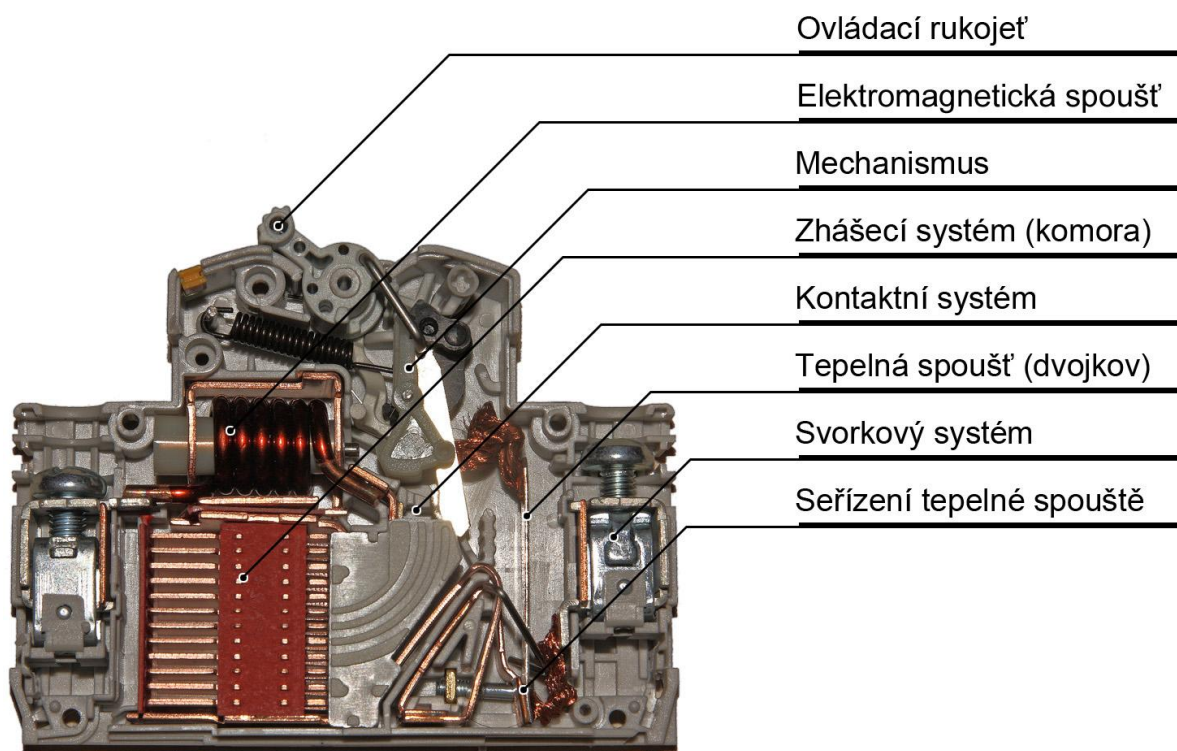
Obrázek 6.2: Vypínací charakteristiky jističů podle ČSN EN 60898 [15]

Charakteristiky:

- charakteristika B: pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která nezpůsobují proudové rázy (světelné a zásuvkové obvody apod.). Zkratová spoušť nastavena na $(3\div 5) I_n$.
- charakteristika C: pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která způsobují proudové rázy (žárovkové skupiny, motory apod.). Zkratová spoušť nastavena na $(6\div 9) I_n$.
- charakteristika D: pro jištění elektrických obvodů se zařízeními, která způsobují vysoké proudové rázy (transformátory, 2-pólové motory apod.). Zkratová spoušť nastavena na $(12\div 16) I_n$.

6.5 Konstrukce jističe

Princip jako takový (na jakém jističe fungují) a stejně tak i skladba jističe se v zásadě nemění. Pro ilustrační obrázek 6.3 byl použit jistič LPN B 25 z řady Minia od firmy OEZ.



Obrázek 6.3: Příklad konstrukce jističe

7 Jističe LSN a LPN

Dále jsou popsány konkrétní jističe, jejichž srovnání z hlediska míry znečištění ovzduší během výroby, produkce odpadní vody a odpadů během výroby, je cílem této diplomové práce. Jedná se o starší typ LSN a jeho novějšího nástupce LPN. Oba tyto jističe vyhovují výše uvedené normě (ČSN EN 60898-1 a ČSN EN 60898-2), liší se však některými svými parametry či příslušenstvím.

7.1 Jističe LSN

Starší řada jističů, které se vyráběly v OEZ od roku 1995 (viz. obrázek 7.1). V době začátku výroby patřily jističe LSN k tomu nejlepšímu z hlediska technických parametrů, výrobních nákladů a sortimentu dodávaného příslušenství. Aktuálně ovšem jejich vlastnosti v souvislosti s inovačními aktivitami konkurenčních firem neumožňovaly získávat nové pozice na světovém trhu. Nemožnost nabídnout modulové jističe do 63 A se všemi požadovanými vlastnostmi se negativně odrážela v objemu realizovaných prodejů a občas byl OEZ vyřazován z okruhu budoucích potenciálních dodavatelů velkých zákazníků. Jističe byly určeny pro domovní, komerční i průmyslové elektrické rozvody do 63 A, AC 230/240 V a DC 48 V. Dále pak k jištění kabelů a vodičů proti přetížení a zkratu. K částečnému jištění elektrických zařízení proti nadměrnému oteplení (jištění motorů, transformátorů apod.). Jejich vypínací charakteristiky B, C, D odpovídají normě ČSN EN 60898 a vypínací schopnost I_{cn} je až 20 kA (je možné dosáhnout až 120 kA). Jističe je možné DIN lištou propojit s odpínači nebo proudovými chrániči.



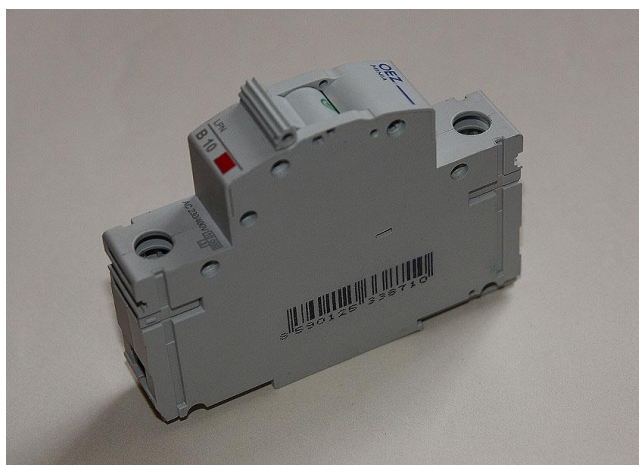
Obrázek 7.1: Jistič typu LSN

7.2 Jističe LPN

Novější řada jističů LPN (viz. obrázek 7.2) nahradila starší LSN. Závažným důvodem pro investování do tohoto projektu byla snaha zařadit se ve výrobě jističů mezi přední světové producenty s výrazným předpokladem exportní expanze. Toho mělo být dosaženo nabídkou nových přístrojů se špičkovými technickými parametry, řešícími veškeré požadavky náročných zákazníků. Co se týče uživatelských vlastností, mělo být a bylo dosaženo následujících vlastností:

- nový originální design,
- menší rozměry přístroje,
- komfort při montáži do rozvaděčů (nové upnutí na lištu),
- zvýšení spolehlivosti připojování vodičů,
- zvýšení ochrany před nebezpečným dotykem,
- zvýšení hodnot vypínacích schopností a snížení prošlých energií I^2t ,
- sortiment provedení pólových kombinací a jmenovitých proudů,
- stavebnicový charakter a široký sortiment příslušenství.

Tyto jističe jsou předurčeny pro stejné aplikace jako řada LSN. Tedy pro domovní, komerční i průmyslové elektrické rozvody do 63 A 230/240 V AC a 220/480 V DC. Dále pak k jištění kabelů a vodičů proti přetížení a zkratu. Jejich vypínací charakteristiky B, C, D odpovídají normě ČSN EN 60898 a vypínací schopnost I_{cn} je až 10 kA (je možné dosáhnout až 120 kA).

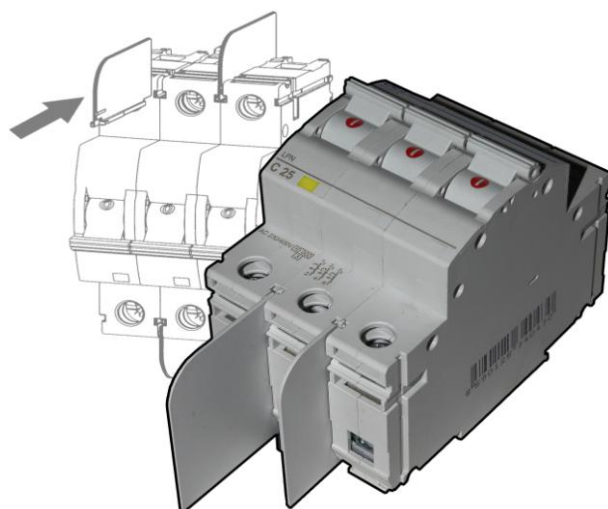


Obrázek 7.2: Jistič typu LPN

7.3 Možné příslušenství

Jističe je možné dovybavit (viz obrázek 7.3) některými z následujících prvků:

- Pomocné a návěštní spínače – jsou určeny k signalizaci polohy hlavních kontaktů jističů a páčkových spínačů při vypnutí spouštěmi a ručně – tj. při vypnutí přetížením, zkratem, vypínací spouští, podpětovou spouští a ovládací pákou.
- Vypínací spouště (napětové spouště) – slouží k vypnutí jističe a páčkového spínače po vybuzení cívky vypínací spouště napětím mezi 70 % a 110 % U_n a k signalizaci polohy hlavních kontaktů jističe neb páčkového spínače zapínacím a přepínacím kontaktem.
- Podpětové spouště – vypínají jistič a páčkový přepínač při poklesu napětí mezi 75 % a 35 % U_n . Dále pak zabraňují zapnutí jističe a páčkového spínače je-li podpětová spoušť bez napětí (zapnutí je možné opět při $U \geq 85 \% U_n$).
- Uzamykací vložky – pomocí nich lze provést bezpečnostní uzamčení ve vypnuté nebo zapnuté poloze (jistící funkce je pochopitelně zachována i v uzamknuté poloze).
- Připojovací nástavce – používá se k připojení dalšího vodiče do hlavičkové části svorky jističe a páčkového spínače.
- Popisovací štítky – pro lepší orientaci v rozvaděči.
- Propojovací lišty – k dostání jednofázové a třífázové. Slouží k propojení páčkových spínačů, jističů, proudových chráničů, svodičů bleskových proudů.
- Propojovací moduly – propojovací prvky mezi přívodními a vývodními svorkami v řadě přístrojů modulového provedení.
- Připojovací bloky – umožňují napájení propojovacích lišt vodiči průřezu až 35 mm². Bloky lze sestavit do řady a vytvořit připojovací blok vícepólový.
- Koncové krytky – k zakrytí konce lišty.
- Propojovací moduly – propojovací prvky mezi přívodními a vývodními svorkami v řadě přístrojů modulového provedení.



Obrázek 7.3: Ukázka příslušenství – přepážky

7.4 Srovnání technických parametrů

Porovnání obou typů z hlediska technických parametrů je vypracováno na základě údajů dostupných z katalogových listů a shrnuty jsou v tabulce 7.1.

Tabulka 7.1: Srovnání veškerých technických parametrů

Technické parametry	LPN	LSN
Počet pólů	AC: 1, 1+N, 2, 3, 3+N DC: 1, 2	AC: 1, 1+N, 2, 3, 3+N DC: 1, 2
Vypínací charakteristika	B, C, D	B, C, D
Jmenovitý proud I_n	$0,2 \div 63 \text{ A}$	$0,2 \div 63 \text{ A}$
Jmenovité pracovní napětí U_e	AC: 230/400 V DC: 110 V, 220/440 V	AC: 230/400 V DC: 48 V, 220/440 V
Min. provozní napětí U_{min}	AC/DC: 12 V	AC/DC: 12 V
Jmenovitý kmitočet f_n	$40 \div 60 \text{ Hz}$	$40 \div 60 \text{ Hz}$
Vypínací schopnost ČSN EN 60898	10 kA	$0,2 \div 2 \text{ A}$: 20 kA $4 \div 6 \text{ A}$: 15 kA $8 \div 40 \text{ A}$: 10 kA $50 \div 63 \text{ A}$: 6 kA
Mechanická trvanlivost	10 000 cyklů	10 000 cyklů
Elektrická trvanlivost	4 000 cyklů	4 000 cyklů
Třída omezení energie	3	3
Jmenovité impulzní výdržné napětí U_{imp}	6 kV	6 kV
Kategorie přepětí (ČSN IEC 664-1)	IV	IV
Upevnění přístroje	na "U" lištu šířky 35 mm podle ČSN EN 60715	na "U" lištu šířky 35 mm podle ČSN EN 60715
Krytí	IP20	IP20
Pracovní poloha	libovolná	libovolná
Teplota okolí	$-30 \div +55 \text{ °C}$	$-30 \div +55 \text{ °C}$
Koncepce svorek	nahoře i dole kombinovaná (třmenová + hlavičková část)	nahoře i dole kombinovaná (třmenová + hlavičková část)

Technické parametry	LPN	LSN
Připojení - průřez	tuhý (plný, slaněný): 0,5 ÷ 25 mm ² ohebný: 0,5 ÷ 16 mm ²	tuhý (plný, slaněný): 0,5 ÷ 25 mm ² ohebný: 0,5 ÷ 16 mm ²
Připojení - dotahovací moment	2 Nm	2 Nm
Připojení - opačné	AC: ano DC: ne	AC: ano DC: ne
Rozměry 1-pól	17,5 x 86 x 76,4	17,5 x 90 x 75,5
Rozměry 1+N pól	35 x 86 x 76,4	35 x 90 x 75,5
Rozměry 2-pól	35 x 86 x 76,4	35 x 90 x 75,5
Rozměry 3-pól	52,5 x 86 x 76,4	52,5 x 90 x 75,5
Rozměry 3+N pól (4-pól)	70 x 86 x 76,4	70 x 90 x 75,5
Příslušenství		
Pomocné spínače	+	+
Napěťové spouště	+	+
Podpěťové spouště	+	+
Motorový pohon	-	-
Chráničové spouště	-	-
Mezipólové přepážky	+	-
Kryty svorek	+	-
Propojovací lišty	+	+
Připojovací nástavce	+	+
Uzamykací vložka	-	+
Užitné vlastnosti		
Popisovací štítek	ne	ano
Barevný identifikátor podle In	ano (speciální terčík)	ano (páčka)
Plombování v zapnuté a vypnuté poloze	ano	ano
Ukazatel stavu zapnuto-vypnuto	ano (na páčce)	ano
Testovací tlačítko	ne	ne
Mžikové spínání	ano	ne

7.5 Materiálová tabulka (Bill of materials)

Materiálová tabulka (Bill of Materials někdy také uváděná jako BOM či nepřesně v českém jazyce kusovník) je výpis všech použitých komponent, částí, součástí a množství materiálu, jež obsahují. BOM slouží k přesné identifikaci výrobku. V některých odvětvích se pojmem BOM dá nazvat i recept či seznam přísad. V elektronice by pod tímto pojmem mohl být označen výpis všech součástek a jejich kusů, potřebných pro kompletaci zařízení. Na následujících stranách je uvedena materiálová tabulka pro LSN (tabulka 7.2) i pro LPN (tabulka 7.3). V mém případě BOM obsahuje všechny komponenty v obou jističích. Dále pak materiál, ze kterého je daná komponenta vyrobena a počet kusů v jednom jističi. V dalších sloupcích je hmotnost jedné součástky a celková hmotnost součástek tohoto typu (pokud jich je více). Sloupec „Skupina“ pak dělí jednotlivé komponenty do skupin, ze kterých je jistič sestaven a slouží k dalšímu srovnání obou typů. Poslední sloupec „Typ“ dále upřesňuje typ

komponenty. Uvádím ho zde, protože komponenty jako nýty, pružiny a další se nakupují hotové a pouze se vsazují do výrobků. Nevyrábějí se v OEZ s.r.o. a tím pádem se zde ani žádným způsobem nepodílí na znečištění způsobené výrobou jističe. Jistě i při jejich výrobě vzniká odpad a zplodiny, ale v jiné firmě a ta nepatří do této práce.

Tabulka 7.2: Výpis materiálů pro jistič LSN

Komponenta	Materiál	Množství	Hmotnost [kg]	Celková hm. [kg]	Skupina	Typ
šroub	ocel	2	0,0034	0,0068	F	šroub/matka
šroub	ocel	1	0,000352	0,000352	C	šroub/matka
matka	ocel	1	-	-	C	šroub/matka
nýt	ocel	1	0,00027	0,00027	A	nýt
nýt	ocel	3	0,00018	0,00054	A	nýt
nýt	ocel	1	0,000071	0,000071	D	nýt
ovládací rukojeť	plast	1	0,0011	0,0011	D	plast
kryt zařízení	plast	1	0,0214	0,0214	A	plast
část pro popis	plast	1	0,0001	0,0001	A	plast
háček	plast	1	0,0001	0,0001	D	plast
páka vazební	plast	1	0,0001	0,0001	D	plast
čep mechanismu	ocel	1	0,00016	0,00016	D	čep
čep mechanismu	ocel	4	0,00019	0,00076	D	čep
čep MTU	plast	1	0,000073	0,000073	B	plast
trubička	plast	1	0,00049	0,00049	B	plast
pružina bimetalu	ocel	1	0,00034	0,00034	C	pružina
pružina	ocel	1	0,000035	0,000035	B	pružina
pružina kontaktu (rozpojení)	ocel	1	0,0001	0,0001	D	pružina
pružina rukojeti	ocel	1	0,00019	0,00019	D	pružina
pružina kontaktu (tlak)	ocel	1	0,00022	0,00022	D	pružina
lanko	měď	1	0,00042	0,00042	C	kov
spodní část krytu	plast	1	0,02425	0,02425	A	plast
postranice	plast	2	0,00109	0,00218	E	žhášecí komora
držák komory	plast	1	0,0011	0,0011	E	plast
pásek	ocel	1	0,0042	0,0042	B	kov
pohyblivý kontakt	měď	1	0,0023	0,0023	E	kov
kontakt (stříbrný)	stříbro	1	0,000039	0,000039	E	kov
svorka	ocel	2	0,0038	0,0076	F	kov
západka	ocel	1	0,00011	0,00011	D	kov
držák bimetalu	ocel	1	0,0033	0,0033	C	kov
jho	ocel	1	0,0054	0,0054	B	kov
opalovací pas	ocel	1	0,004	0,004	E	kov
pas přívodní horní	měď	1	0,0048	0,0048	F	kov
pas přívodní dolní	měď	1	0,0048	0,0048	F	kov
bimetal	dvojkov	1	0,001	0,001	C	kov
vložka žhášecí komory	ocel	13	0,0017	0,0221	E	žhášecí komora
magnetické jádro	ocel	1	0,00207	0,00207	B	kov

Komponenta	Materiál	Množství	Hmotnost [kg]	Celková hm. [kg]	Skupina	Typ
magnetické jádro	ocel	1	0,0016	0,0016	B	kov
táhlo	ocel	1	0,00052	0,00052	D	kov
západka	plast	1	0,0022	0,0022	A	plast
západka	plast	1	0,001	0,001	A	plast
západka	plast	1	0,00032	0,00032	D	plast
vahadlo	měď	1	0,00035	0,00035	D	kov
vinutí	měď	1	0,0066	0,0066	B	kov
obal		1			G	

Tabulka 7.3: Výpis materiálů pro jistič LPN

Komponenta	Materiál	Množství	Hmotnost [kg]	Celková hm. [kg]	Skupina	Typ
šroub	ocel	1	0,0007	0,0007	C	šroub/matka
šroub	ocel	2	0,00375	0,0075	F	šroub/matka
nýt	ocel	3	0,00027	0,00081	A	nýt
nýt	ocel	2	0,00018	0,00036	A	nýt
ovládací rukojeť	plast	1	0,0013	0,0013	D	plast
kryt zařízení	plast	1	0,015	0,015	A	plast
kryt (cover of terminal gap)	plast	2	0,000274	0,000548	F	plast
páka mechanismu	plast	1	0,00047	0,00047	D	plast
páka vazební	plast	1	0,00026	0,00026	D	plast
páka rychlospouště	plast	1	0,00031	0,00031	D	plast
čep MTU	plast	1	0,000073	0,000073	B	plast
čep mechanismu	ocel	1	0,0001158	0,0001158	D	čep
čep mechanismu	ocel	2	0,000421	0,000842	D	čep
trubička	plast	1	0,00049	0,00049	B	plast
pružina	ocel	1	0,000034	0,000034	B	pružina
pružina kontaktu	ocel	1	0,00064	0,00064	D	pružina
pružina rukojeti	ocel	1	0,00019	0,00019	D	pružina
pružina mžiková	ocel	1	0,000022	0,000022	D	pružina
pružina západky	ocel	1	0,000017	0,000017	D	pružina
lanko	měď	1	0,000421	0,000421	C	kov
lanko	měď	1	0,000228	0,000228	C	kov
spodní část krytu	plast	1	0,019	0,019	A	plast
barevná vložka	plast	1	0,000026	0,000026	A	plast
vložka (zhášecí komora)	fibr	1	0,0003	0,0003	E	zhášecí komora
oddělovač zhášecí komory	plast	2	0,00052	0,00104	E	plast
vložka	ocel	2	0,00091	0,00182	F	kov
pohyblivý kontakt	měď	1	0,00063	0,00063	E	kov
kontakt (stříbrný)	stříbro	1	0,000047	0,000047	E	kov
svorka	ocel	2	0,00428	0,00856	F	kov
držák bimetalu	ocel	1	0,00227	0,00227	C	kov
držák kontaktu	ocel	1	0,0006	0,0006	D	kov
jho	ocel	1	0,0054	0,0054	C	kov
opalovací pas	ocel	1	0,00426	0,00426	E	kov
pas přívodní horní	ocel	1	0,00353	0,00353	F	kov

Komponenta	Materiál	Množství	Hmotnost [kg]	Celková hm. [kg]	Skupina	Typ
pas přívodní dolní	ocel	1	0,0035	0,0035	F	kov
dvojkov	dvojkov	1	0,00103	0,00103	C	kov
vložka zhášecí komory	ocel	12	0,00167	0,02004	E	zhášecí komora
magnetické jádro	ocel	1	0,00196	0,00196	B	kov
magnetické jádro	ocel	1	0,0015	0,0015	B	kov
postranice	fíbr	2	0,00025	0,0005	E	zhášecí komora
táhlo bimetalu	ocel	1	0,00015	0,00015	D	kov
táhlo	ocel	1	0,00031	0,00031	D	kov
západka	plast	1	0,001523	0,001523	A	plast
západka	plast	1	0,0011	0,0011	A	plast
západka	plast	1	0,00041	0,00041	D	plast
vahadlo	plast	1	0,00017	0,00017	D	plast
vínutí	měď	1	0,0069	0,0069	B	kov
obal		1			G	

7.6 Srovnání ovlivnění ŽP při výrobě jednopólových jističů LSN a LPN

Následující část bude věnována výpočtům rozdílů v ovlivnění životního prostředí během výroby oběma typy jističů. Aby byly dosaženy co nejlepší výsledky, jsou v následujících kapitolách prováděny výpočty pro rok 2007 u jističů LSN a pro rok 2009 u jističů LPN. Důvodem je fakt, že nebyl rok, během kterého by probíhala současně výroba obou typů jističů.

7.6.1 Způsoby výpočtu

Protože není časově ani finančně možné, provádět odborná měření úniku znečišťujících látek každý den či týden, jsou v následujících výpočtech použity různé přepočty. Například při autorizovaném měření střední koncentrace tuhých znečišťujících látek (tzv. TZL) unikajících do ovzduší za běžných provozních podmínek, provedeném v roce 2009, byly na jednom z výdechů naměřeny tyto hodnoty:

koncentrace $[mg/m^3]$ 0,63

odchylka $[mg/m^3]$ 0,03

hmotnostní tok M $[g/h]$1,9334

emisní faktor E $[g/m^2]$ 0,7250

Emisní faktor je vztažen na plochu upravených (pokovených) dílců za dobu měření, tj. $16 m^2/6h$. Následně jsou celkové emise počítány dle následujícího vztahu [1]:

$$Emise(t / rok) = \frac{plocha \cdot emisní\ faktor}{1000} \quad (1)$$

Všechny další výpočty, nejen pro emise do ovzduší, ale i pro odpadní vody a odpady jako takové, vycházejí ze zjištěných skutečností. Z evidence je například vždy možné přesně zjistit, jaká celková plocha byla na konkrétní lince upravena. Dále je znám změřený emisní faktor pro zplodiny, které na lince během výroby unikají. Vzájemným vynásobením těchto dvou čísel získáme celkové množství uniklých zplodin za celý rok. Pro ukázkou konkrétního výpočtu zde mohu uvést, že na části linky, ke které se váží výše uvedené údaje, byly ten rok upravené části o celkové ploše 1 173,14 m², lze vypočítat celkové emise pro tuhé znečišťující látky, ke kterým se váže výše uvedený emisní faktor:

$$Emise = \frac{1\,173,14 \cdot 0,7250}{1000} = 0,8505 t / rok$$

7.7 Znečištění vod (emise do vod)

Jinými slovy jak moc se každý z těchto dvou jističů podílí na celkovém množství vzniklé odpadní vody a kolik odpadní vody vznikne při výrobě každého z nich. V tabulce 7.4 jsou uvedeny hmotnosti pro jednotlivé druhy materiálů, ze kterých se daný jistič skládá. V tabulce 7.5 je pak uvedeno celkové množství kovů, které bylo v daném roce spotřebováno na výrobu všech produktů.

Tabulka 7.4: Množství materiálu v jističích LSN a LPN

Kovy	V 1ks LSN [kg]	V 1ks LPN [kg]	Celkem v LSN 2007 [kg]	Celkem v LPN 2009 [kg]
železo (Fe)	0,0509	0,0539	75241,551	45786,810
měď (Cu)	0,01927	0,008179	28485,357	6947,872
stříbro (Ag)	0,000039	0,000047	57,651	39,925
celkem	0,070209	0,062126	103784,559	52774,608

Tabulka 7.5: Celková spotřeba kovů

Kovy	Celkem v roce 2007 [kg]	Celkem v roce 2009 [kg]
železo (Fe)	442960,73	356951,64
měď (Cu)	523050,78	429044,92
stříbro (Ag)	1237,66	2012,78
hliník (Al)	30409,71	17953,62
celkem	997658,88	805962,96

Z evidence vypouštění odpadní vody za rok 2007 byl zjištěn objem 38 126,832 m³. Celkové množství všech kovových částí v roce 2007 bylo 997 659 kg (Cu 523 051 kg, Fe 442 961 kg, Ag 1 238 kg, Al 30 409 kg). Z toho připadlo na jističe LSN celkem 103 784,56 kg. Z těchto údajů je možné stanovit množství odpadní vody připadající na výrobu uvedeného typu jističe:

$$\frac{103785 \text{ kg} \cdot 38126832 \text{ l}}{997659 \text{ kg}} = 3966278 \text{ l}$$

Za rok 2007 bylo vyrobeno celkem 1 478 223 jističů typu LSN, při celkovém množství 3 969 718 l odpadní vody, tj. **2,68 l** odpadní vody na jeden jistič **LSN**.

Podobným postupem získáme množství odpadní vody na jeden jistič typu LPN. Celkový objem vypuštěné vody v roce 2009 bylo 28 794,170 m³. Celkové množství všech pokovovaných částí v roce 2009 bylo 805 963 kg (Cu 429 045 kg, Fe 356 951 kg, Ag 2 013 kg, Al 17 954 kg). Z toho připadlo na jističe LPN celkem 52 775 kg.

$$\frac{52775 \text{ kg} \cdot 28794170 \text{ l}}{805963 \text{ kg}} = 1885462 \text{ l}$$

Za rok 2009 bylo vyrobeno celkem 849 477 jističů typu LPN, na jeden jistič **LPN** tedy připadá **2,22 l** odpadní vody.

Počítáme-li 2,68 l odpadní vody na 1 jistič LSN jako 100 %, pak 2,22 l odpadní vody na 1 LPN je 82,84 %. Produkce odpadní vody tedy klesla o **17 %**.

7.8 Odpady vyprodukované během výroby

Uváděny a počítány jsou odpady, které vznikají při jednotlivých technologiích, tzn. v prvovýrobě – strojovna, automatovna. Při povrchové úpravě – galvanovna. Při výrobě plastových částí jističů – lisovna plastů. Celková množství odpadů jsou brána z evidence odpadů za rok 2007 a 2009 (viz. tabulka 7.6). Srovnávané odpady jsou:

- sorbent,
- galvanické kaly,
- zaolejovaná voda,
- plasty.

V tabulce 7.6 jsou uvedeny ještě další druhy odpadů. Ovšem odpady jako jsou anorganické a organické chemikálie vznikly koncem roku 2009 v souvislosti s výměnou galvanické lázně a podle informací pracovníků OEZ by nebylo korektní s odpady do porovnání počítat. Běžně v uvedeném množství nevznikají a byla to jednorázová akce.

Tabulka 7.6: Celková hmotnost vyprodukovaných odpadů za rok 2007 a 2009

Typ odpadu	Rok 2007	Rok 2009
sorbenty [t]	3,99	1,5
kaly z galvanovny [t]	35,08	22,89
zaolejovaná voda [t]	3,44	4,65
anorganické chem. [t]	2,94	6,2
organické chem. [t]	1,61	4,04
plasty z galvanovny [t]	0,36	0,13

7.8.1 Sorbent

Jedná se o látku absorbující kapaliny, oleje, emulze. Co nasaje, již neuvolní a po nasycení se musí zlikvidovat. Sorbenty se dělí podle potřeby použití na hydrofilní a hydrofóbní. Hydrofilní sorbenty se používají na chemické látky a na emulze. Pokud nasají emulzi, lze je odstředit, přičemž olej zůstává uvnitř a voda jde pryč. Hydrofóbní sorbenty se používají výhradně na olej. A to na olej na vodě nebo i na skvrny. Olej nasáknou a na vodě plavou. Následně se sorbenty ekologicky zlikvidují např. ve spalovně nebezpečných odpadů.

Při výrobě všech kovových částí o celkové hmotnosti 997 659 kg, vzniklo za rok 2007 3,99 t sorbentů. Na vyrobených 1 478 223 ks LSN připadá celková váha kovových částí 103 785 kg. Takže lze spočítat celkovou hmotnost sorbentů připadajících na výrobu jističů tohoto typu.

$$\frac{103784,56 \text{ kg} \cdot 3990 \text{ kg}}{997658,88 \text{ kg}} = 415 \text{ kg}$$

Na 1 ks jističe **LSN** tedy připadá **0,28 g** sorbentů.

V roce 2009 byla celková hmotnost všech vyrobených kovových částí 805 963 kg a vzniklo 1,5 t sorbentů. Jističů LPN bylo vyrobeno 849 477 ks a celková váha v nich použitých kovových částech byla 52 775 kg. Výpočet sorbentů připadajících na tyto jističe je obdobný jako v předcházejícím případě.

$$\frac{52774,61 \text{ kg} \cdot 1500 \text{ kg}}{805962,96 \text{ kg}} = 98,22 \text{ kg}$$

Na 1 ks jističe **LPN** tedy připadá **0,12 g** sorbentů. Celková produkce sorbentu klesla změnou výroby o **57 %**.

7.8.2 Galvanické kaly

Vznikají při srážení těžkých kovů z odpadních vod a vyčerpaných lázní v provozech povrchových úprav kovových výrobků a polotovarů. Roční produkce v ČR je několik tisíc tun, největší podíl představují kaly zinkové [13].

Jsou počítány z celkového množství odpadní vody. V roce 2007 bylo vypuštěno přesně 38 126 832 l, ze kterých připadlo na jističe LSN 3 966 262 l (viz. kap. 7.6.2). Galvanických kalů bylo odvezeno k likvidaci 35,08 t.

$$\frac{3966261,925 \text{ l} \cdot 35080 \text{ kg}}{38126832 \text{ l}} = 3649,31 \text{ kg}$$

Na 1 ks jističe **LSN** tedy připadá **2,47 g** galvanických kalů.

Podobně lze spočítat i množství galvanických kalů připadajících na jističe LPN. V roce 2009 bylo 28 794 170 l odpadní vody, na jističe LPN připadlo 1 885 448 l a galvanických kalů bylo odvezeno k likvidaci 22,89 t.

$$\frac{1885448 \text{ l} \cdot 22890 \text{ kg}}{28794170 \text{ l}} = 1498,84 \text{ kg}$$

Na 1 ks jističe **LPN** tedy připadá **1,76 g** galvanických kalů. Celkem klesla produkce galvanických kalů připadajících na výrobu tohoto typu jističů o **29 %**.

7.8.3 Zaolejovaná voda

Té vzniklo za rok 2007 celkem 3440 kg z celkových 38 126 832 l odpadní vody. Vyjdeme z čísla 3 966 262 l, což je množství odpadní vody, připadající na jističe typu LSN.

$$\frac{3966261,925 \text{ l} \cdot 3440 \text{ kg}}{38126832 \text{ l}} = 357,86 \text{ kg}$$

Na 1 ks **LSN** tedy připadne **0,24 g** zaolejované vody.

Pro rok 2009 platí čísla 28 794 170 l odpadní vody celkem, 1 885 448 l odpadní vody na jističe LPN, zaolejované vody 4 650 kg.

$$\frac{1885447,735 \text{ l} \cdot 4650 \text{ kg}}{28794170 \text{ l}} = 304,48 \text{ kg}$$

Na 1 ks **LPN** připadlo **0,36 g** zaolejované vody. Celkem teoreticky stoupla produkce zaolejované vody o **42 %**.

7.8.4 Plasty

Za rok 2007 bylo celkem použito 327 581 kg plastů. Z toho na jističe LSN 77 212 kg. Plastového odpadu vzniklo celkem 360 kg.

$$\frac{77212,02 \text{ kg} \cdot 360 \text{ kg}}{327581 \text{ kg}} = 84,85 \text{ kg}$$

Na 1 ks **LSN** tedy připadá **57,4 mg** plastového odpadu.

V roce 2009 se spotřebovalo 238 217 kg plastů, z toho na jističe LPN 35 440 kg. Plastového odpadu vzniklo 130 kg.

$$\frac{35440,18 \text{ kg} \cdot 130 \text{ kg}}{238216,85 \text{ kg}} = 19,34 \text{ kg}$$

Na 1 ks **LPN** připadá **22,77 mg** plastového odpadu. Produkce plastového odpadu tedy klesla o více než **60 %**.

7.9 Znečištění ovzduší

OEZ s.r.o. eviduje a zpoplatňuje zdroje znečišťování ovzduší. Jedná se především o galvanovnu, která je klasifikována jako velký zdroj znečišťování ovzduší a další střední a malé zdroje, jako jsou: malé kotelny, brusky, zasýpačky pojistek, odmašťování, potisk přístrojů a pojistek. Hodnoty, se kterými se v další části pracuje, vycházejí z evidence látek uniklých právě z výše zmiňované galvanovny. Zde se provádí povrchová úprava galvanickým pokovováním kovových materiálů niklováním, zinkováním, měděním, stříbřením a cínováním.

Pro posouzení množství zplodin uniklých do ovzduší během výroby jednoho typu jističe budou uvažovány operace:

- zinkování,
- cínování,

- mědění.

Tabulka 7.7 shrnuje všechna vstupní data, jimiž je celková pokovená plocha na jednom jističi LPN a podíl plochy připadající na jednotlivé výduchy. Protože se každá z operací provádí pro různé dílce na odlišných pracovištích, bylo nutné zjistit podíl každého z nich na celkové ploše dílců.

Tabulka 7.7: Pokovované plochy na obou typech jističů

Materiál	Celkem pokoveno [m ²]	Výduchy / plocha upravená na výduchu [m ²]				
		A4 (40 %)	S (50 %)	O (5 %)	T (5 %)	-
zinek (Zn)	-					
pokoveno Zn	0,001611	0,0006444	0,0008055	0,00008055	0,00008055	-
cín (Sn)	-	A2 (45 %)	A4 (45 %)	M (5 %)	R (2,5 %)	T (2,5 %)
pokoveno Cn	0,002201	0,00099045	0,00099045	0,00011005	0,000055025	0,000055025
měď (Cu)	-	A1 (95 %)	B (5 %)	-	-	-
pokoveno Cu	0,002557	0,00242915	0,00012785	-	-	-

Následující tabulka 7.8 je souhrnem všech spočtených emisí do ovzduší, které uniknou během výroby jednoho kusu jističe LPN. Pro výpočet emisí, byly použity emisní faktory jednotlivých výduchů, zjištěné z evidence OEZ Letohrad, určené pro výpočet poplatků za znečišťování ovzduší. Dále pak plochy dílců, pokovených na pracovištích pod jednotlivými výduchy. Příklad výpočtu pro první řádek tabulky dle vzorce 1:

$$Emise = \frac{0,0006444 \cdot 0,0005}{1000} = 3,222 \cdot 10^{-10} t = 0,03222 \mu g$$

Tabulka 7.8: Emise do ovzduší pro jistič LPN

Operace	Emisní faktor [g/m ²]	Plocha na LPN [m ²]	Emise do ovzduší [μg]
Zinkování			
výduch A4	0,0005	0,0006444	0,3222
výduch S	0,0019	0,0008055	1,5305
výduch O	0,0009	0,00008055	0,0725
výduch T	0,00135	0,00008055	0,1087
celkem uniklých látek při zinkování			2,0339

Operace	Emisní faktor [g/m ²]	Plocha na LPN [m ²]	Emise do ovzduší [μg]
Cínování			
výdech A2	0,00062	0,00099045	0,6141
výdech A4	0,0004	0,00099045	0,3962
výdech M	0,00349	0,00011005	0,3841
výdech R	0,0174	0,000055025	0,9574
výdech T	0,00112	0,000055025	0,0616
celkem uniklých látek při cínování			2,4134
Mědění			
výdech A1	0,0008	0,00242915	1,9433
výdech B	0,0056	0,00012785	0,7159
celkem uniklých látek při mědění			2,6592
celkem uniklo do ovzduší			7,1065

Pro jistič typu LSN nebylo možné zjistit přesnou pokovenou plochu. Výsledky proto vycházejí z informací od pracovníků, kteří se podíleli na vývoji obou typů jističů a jsou shrnuty v tabulce 7.9. Dle nich bylo na jističích LSN pokoveno:

- zinkováním o 10 % méně,
- cínováním o 30 % více,
- mědění beze změny.

Tabulka 7.9: Emise do ovzduší pro jističe LPN a LSN

Operace	Emise pro LPN [μg]	Emise pro LSN [μg]
zinkování	2,0339	1,8490
cínování	2,4134	3,1374
mědění	2,6592	2,6593
celkem	7,1065	7,6457

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že emise uniklé do ovzduší poklesly u novějšího typu jističe LPN oproti staršímu LSN o **0,5391 μg**, což je přibližně **8 %**.

8 Shrnutí výsledků

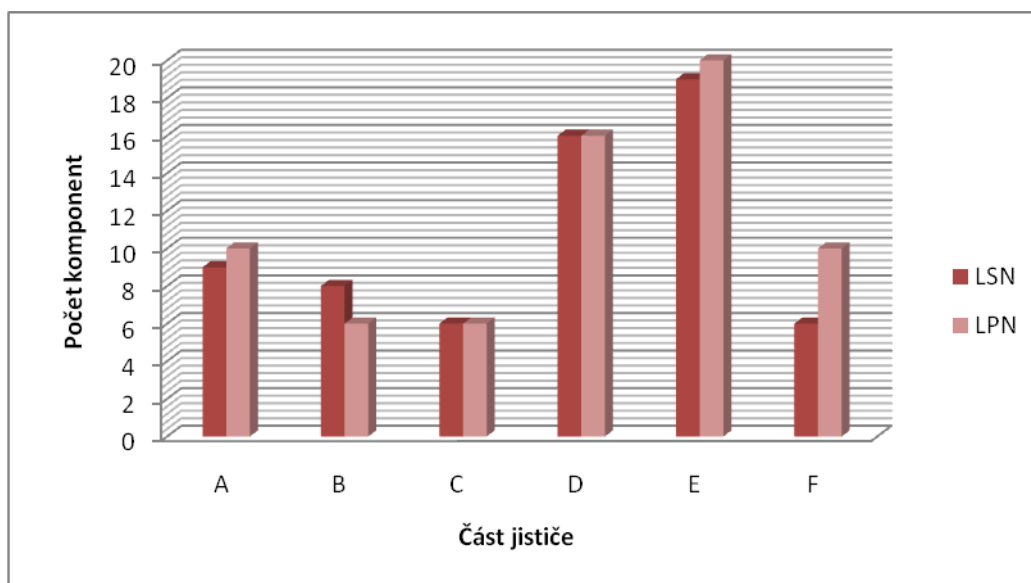
V této kapitole bude provedeno závěrečné srovnání starších jističů LSN a novější verze LPN ve všech vlastnostech, které byly výše popsány a vypočítány. Pro analýzu byl použit i Paretův diagram, který umožňuje oddělit podstatné faktory od méně podstatných a ukazuje, kam zaměřit úsilí při odstraňování nedostatků v procesu zabezpečování jakosti. Jedná se o sloupcový graf, který udává podíl jednotlivých složek v procentech na zvoleném ukazateli [14].

8.1 Porovnání jednotlivých komponent jističů

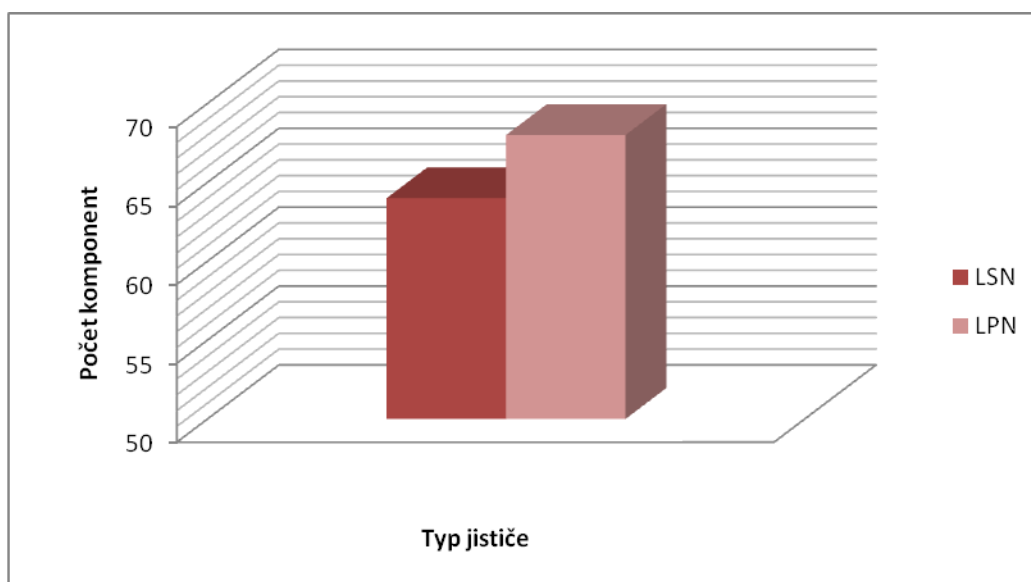
První, co se nabízí, je srovnání počtu dílců. Jak v jednotlivých blocích jističe, tak i celkové srovnání obou jističů. Tabulka 8.1 ukazuje, kolik dílců obsahují jednotlivé funkční bloky jističe a hodnoty jsou vyneseny do grafů na obrázcích 8.1 a 8.2. Tabulky 8.2 a 8.3 obsahují vstupní hodnoty pro tvorbu Paretova diagramu, jenž je vykreslen na obrázku 8.3 pro jistič LSN a na obrázku 8.4 pro jistič LPN.

Tabulka 8.1: Srovnání počtu součástek

Část jističe	Komponent v LSN [ks]	Komponent v LPN [ks]
A - obal	9	10
B - magnetická spoušť	8	6
C - teplotní spoušť	6	6
D - mechanismus	16	16
E - zhášecí komora	19	20
F - svorky	6	10
celkem	64	68



Obrázek 8.1: Graf srovnání počtu součástek v jednotlivých částech jističe

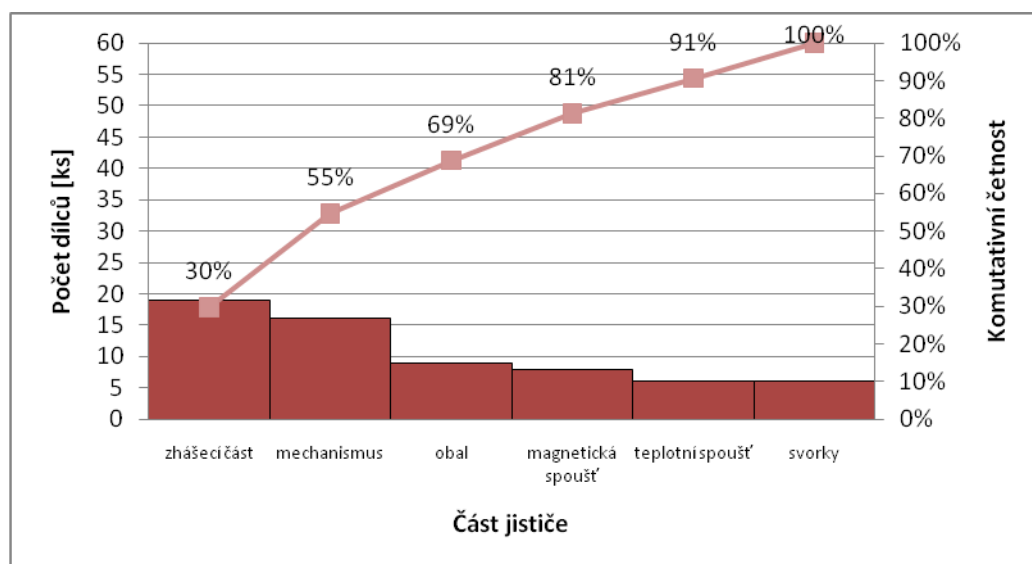


Obrázek 8.2: Graf srovnání celkového počtu součástek v obou jističích

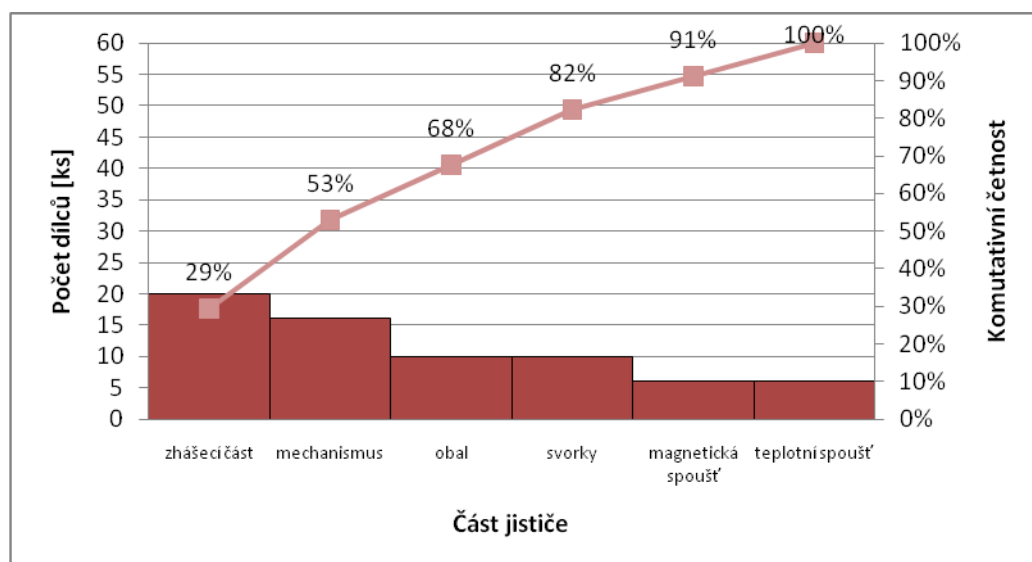
Tabulka 8.2: Vypočtené četnosti komponent v částech jističe LSN

Typ jističe	Část jističe	Komponent	Četnost	Komutativní četnost
LSN	E - zhášecí část	19	0,297	0,297
	D - mechanismus	16	0,250	0,547
	A - obal	9	0,141	0,688
	B - magnetická spoušť	8	0,125	0,813
	C - teplotní spoušť	6	0,094	0,906
	F - svorky	6	0,094	1,000

LPN	E - zhášecí část	20	0,294	0,294
	D - mechanismus	16	0,235	0,529
	A - obal	10	0,147	0,676
	F - svorky	10	0,147	0,824
	B - magnetická spoušť	6	0,088	0,912
	C - teplotní spoušť	6	0,088	1,000



Obrázek 8.3: Paretův diagram pro části jističe LSN



Obrázek 8.4: Paretův diagram pro části jističe LPN

Z výsledků je zřejmé, že z tohoto pohledu k výrazným změnám nedošlo. Je to dáno především konstrukcí jističe, která z pochopitelných důvodů zůstala zachována. Po konstrukční stránce byl starý typ jističe vyhovující, proto nebyly důvody, aby byl novější typ

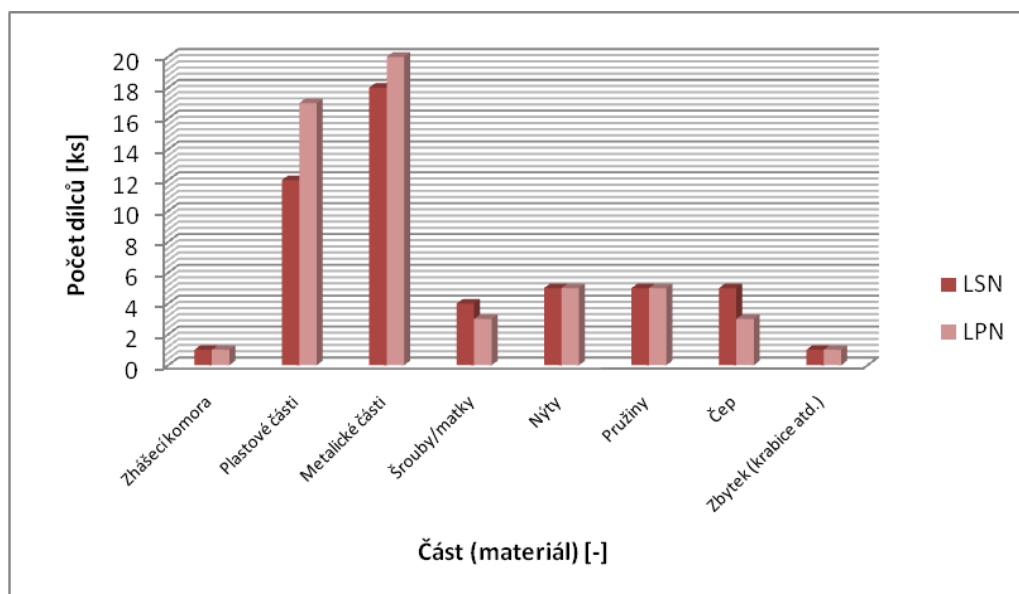
změnen od základu. Změny, kterých mělo být dle plánů OEZ v tomto směru dosaženo, byly především estetické a funkční. Jednalo se o nový originální design přístroje, menší rozměry a další (viz. strana 38). Z Paretových diagramů shodně vychází, že na celkovém počtu komponent se shodně nejvíce projevuje mechanická a zhášecí část jističe.

8.2 Porovnání z hlediska typu dílce

Následující rozdělení, které je v tabulce 8.3, je podle typu dílce. Zde jsou ještě uvedeny části, se kterými dále nebylo počítáno. Jak již bylo řečeno výše, některé z nich byly nakoupeny již hotové a proto neovlivňují znečištění, které svou výrobou způsobuje OEZ s.r.o. Výsledky jsou opět vyneseny do grafu na obrázku 8.5.

Tabulka 8.3: Srovnání typů komponent

Část (materiál)	LSN	LPN
zhášecí komora	1	1
plastové části	12	17
metalické části	18	20
šrouby/matky	4	3
nýty	5	5
pružiny	5	5
čepy	5	3
zbytek (krabice atd.)	1	1
celkem	51	55

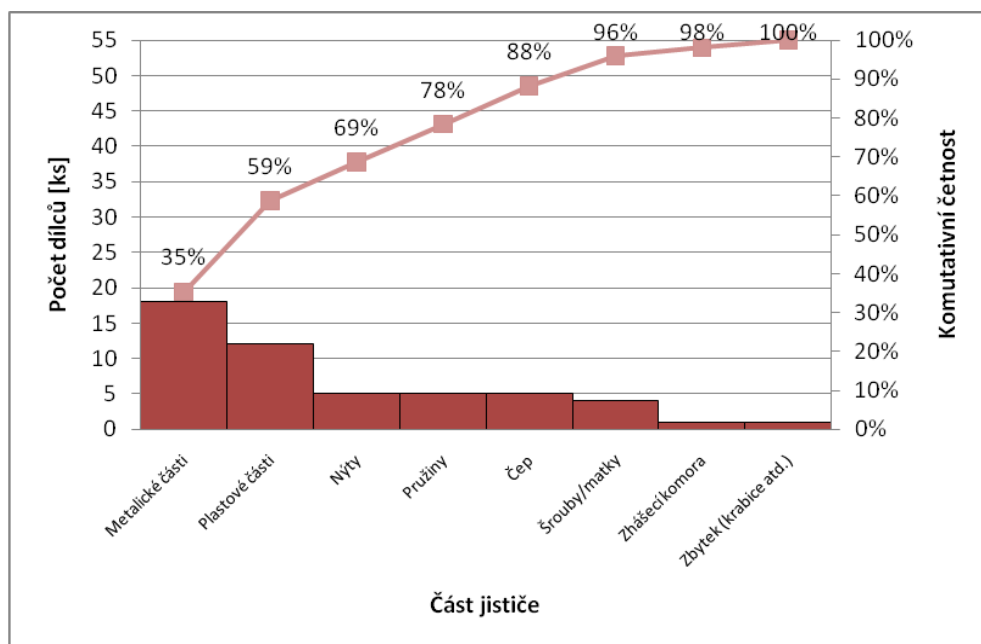


Obrázek 8.5: Graf srovnání typů komponent pro oba jističe

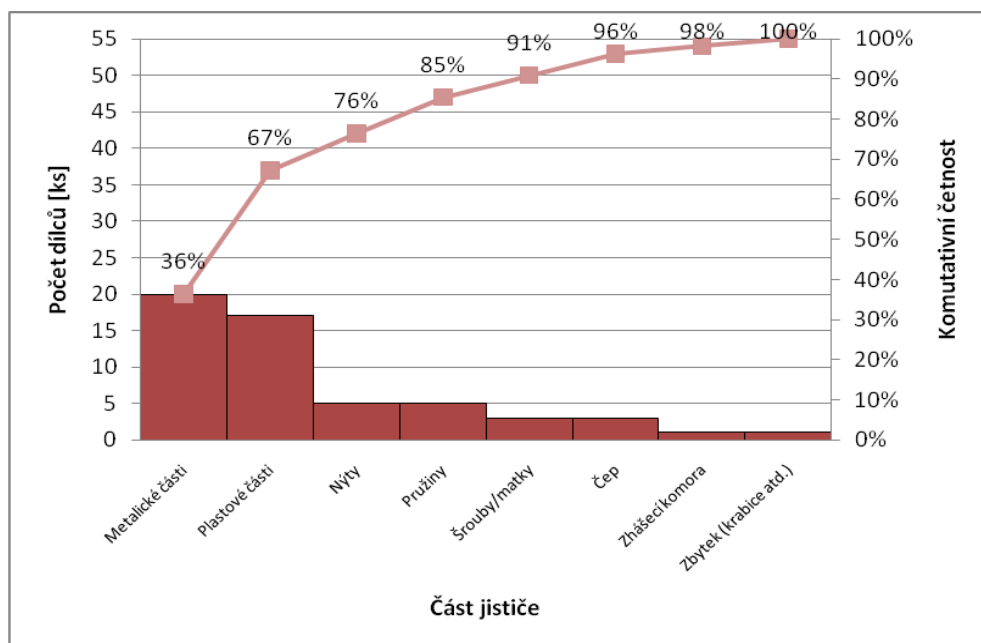
Dále následuje tabulka 8.4 s vstupními hodnotami pro tvorbu Paretova diagramu (obrázek 8.6 pro jistič LSN a obrázek 8.7 pro jistič LPN).

Tabulka 8.4: Četnosti částí pro tvorbu Paretových diagramů

Typ jističe	Část (materiál)	Počet dílců	Četnost	Komutativní četnost
LSN	metalické části	18	0,353	0,353
	plastové části	12	0,235	0,588
	nýty	5	0,098	0,686
	pružiny	5	0,098	0,784
	čepy	5	0,098	0,882
	šrouby/matky	4	0,078	0,961
	zhášecí komora	1	0,020	0,980
	zbytek (krabice atd.)	1	0,020	1,000
LPN	metalické části	20	0,364	0,364
	plastové části	17	0,309	0,673
	nýty	5	0,091	0,764
	pružiny	5	0,091	0,855
	šrouby/matky	3	0,055	0,909
	čepy	3	0,055	0,964
	zhášecí komora	1	0,018	0,982
	zbytek (krabice atd.)	1	0,018	1,000



Obrázek 8.6: Paretoův diagram pro materiály (případně části) jističe LSN

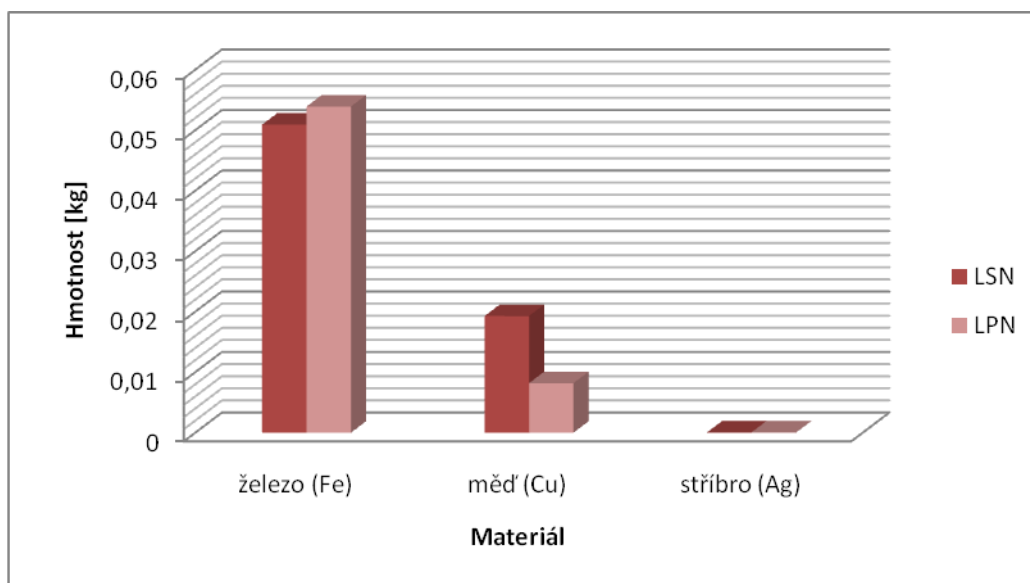


Obrázek 8.7: Paretův diagram pro materiály (případně části) jističe LPN

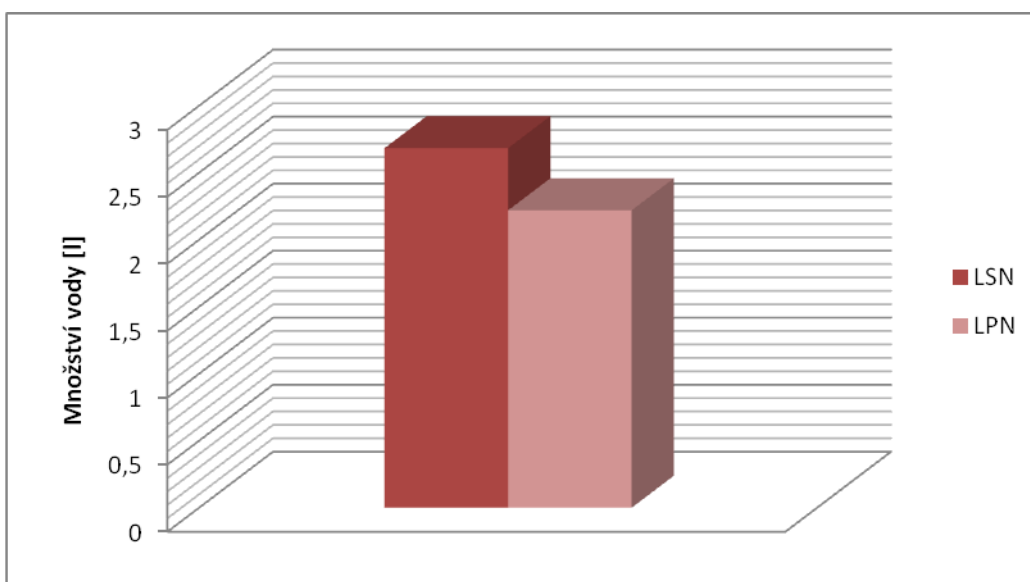
Z těchto výsledků už začínají být více patrné jednotlivé rozdíly v konstrukci obou jističů. Některé dříve kovové části byly nahrazeny plastovými a i nově přidané části jsou většinou vyrobeny z plastu. Z Paretových diagramů opět shodně vyplývá, že největší podíl na obou jističích mají metalické a plastové části.

8.3 *Produkce odpadní vody*

Nyní již přejdeme k porovnání vlivu obou typů jističů na životní prostředí. Posloupnost zpracovávaných výsledků byla zvolena v souladu s pořadím, v jakém byly uváděny výpočty. Nejprve tedy znečištění vody. Pod textem je uveden obrázek 8.8, jedná se o graf porovnávající množství kovů, použitých v jednom kusu jističe LSN a LPN. Tyto hodnoty byly použity pro výpočet objemu vzniklé odpadní vody, připadající na jeden jistič. Za ním následuje obrázek 8.9, který vyobrazuje objem vzniklé odpadní vody při výrobě obou typů jističů.



Obrázek 8.8: Kovy použité při výrobě jističů LSN a LPN



Obrázek 8.9: Množství odpadní vody na 1 jistič od obou typů

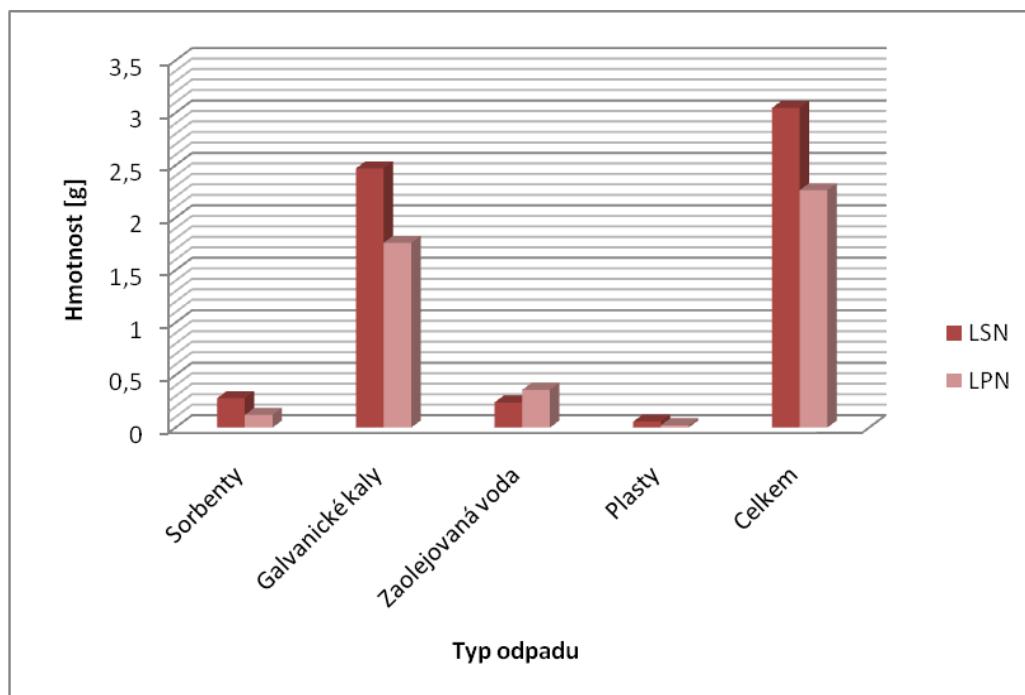
8.4 Vyprodukované odpady

V této kapitole jsou shrnuty výsledky pro všechny typy odpadů, které jsou produkovány při výrobě srovnávaných jističů. Tj. pro sorbenty, galvanické kaly, zaolejovanou vodu a plasty. Tabulka 8.5 je shrnutím všech zjištěných výsledků včetně spočítaného poklesu množství odpadů v procentech. Obrázek 8.10 je srovnáním obou jističů z hlediska vyprodukovaných odpadů během výroby jističů. Následuje tabulka 8.6 se vstupními

hodnotami pro Paretův diagram, jenž je vykreslen na obrázku 8.11 pro jistič LSN a na obrázku 8.12 pro jistič LPN.

Tabulka 8.5: Souhrn množství odpadů připadajících na jističe

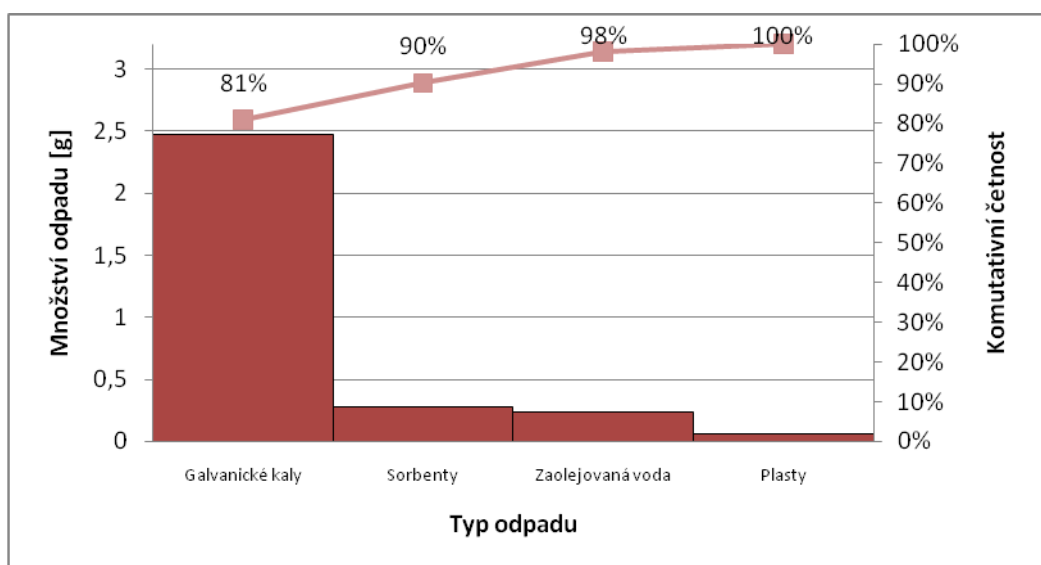
Typ odpadu	Celkem [kg]	Odpadu na 1ks jističe [g]	Pokles
Sorbenty			
LSN	415,07	0,28	57 %
LPN	98,22	0,12	
Galvanické kaly			
LSN	3649,31	2,47	29 %
LPN	1498,84	1,76	
Zaolejovaná voda			
LSN	357,86	0,24	-42 %
LPN	304,48	0,36	
Plasty			
LSN	84,85	0,0574	60 %
LPN	19,34	0,0228	
Celkem (průměrný pokles)			
LSN	4507,09	3,05	26 %
LPN	1920,88	2,26	



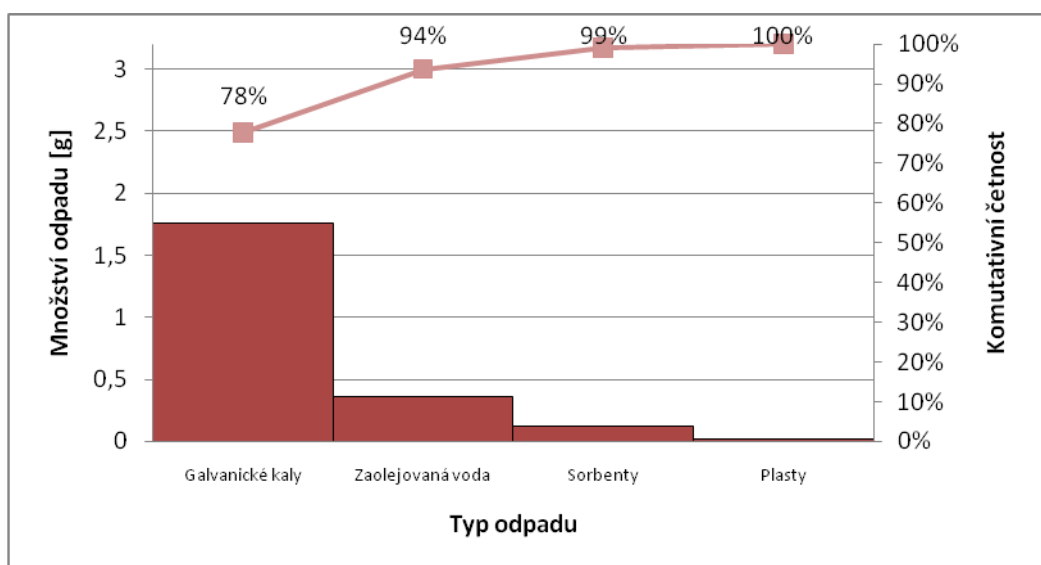
Obrázek 8.10: Srovnání obou jističů z hlediska vyprodukovaných odpadů

Tabulka 8.6: Četnosti odpadů pro tvorbu Paretova diagramu pro oba typy jističe

Typ jističe	Typ odpadu	Množství odpadu na jeden ks [g]	Četnost	Komutativní četnost
LSN	galvanické kaly	2,470	0,811	0,811
	sorbenty	0,280	0,092	0,902
	zaolejovaná voda	0,240	0,079	0,981
	plasty	0,057	0,019	1,000
LPN	galvanické kaly	1,76	0,778	0,778
	zaolejovaná voda	0,36	0,159	0,937
	sorbenty	0,12	0,053	0,990
	plasty	0,0228	0,010	1,000



Obrázek 8.11: Paretův diagram pro odpady vyprodukované během výroby jednoho kusu jističe LSN



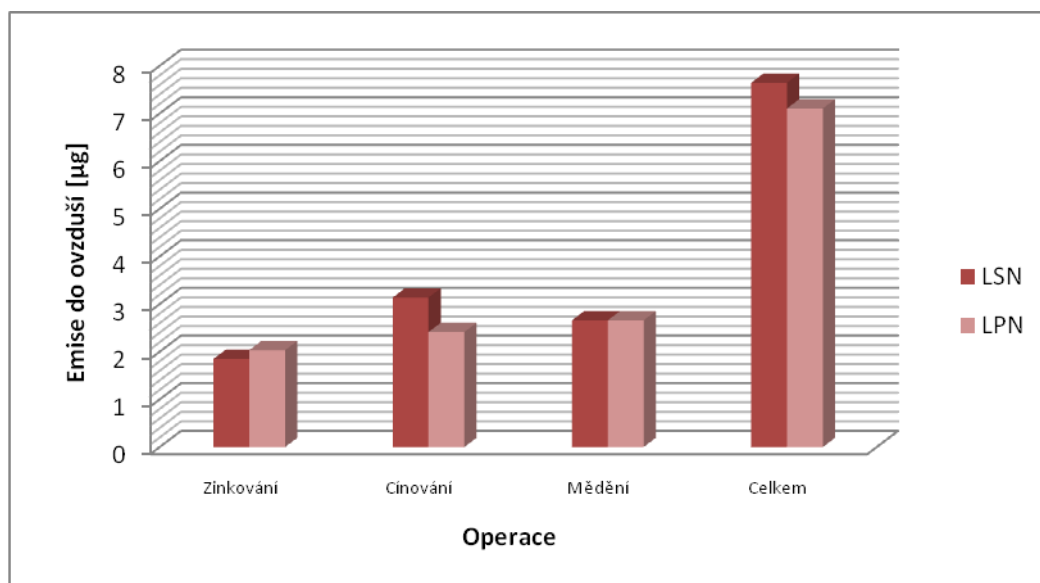
Obrázek 8.12: Paretův diagram pro odpady vyprodukované během výroby jednoho kusu jističe LPN

Z grafu na obrázku 8.10 je patrné, že dopad na životní prostředí z pohledu vzniku odpadů při výrobě nového jističe LPN poklesl o mnoho procent. I když jeden specifický druh odpadu (zaolejovaná voda) je vyšší, produkce plastů a sorbentů je více než poloviční a galvanické kaly klesly o třetinu. Z toho se dá určitě odvodit snížení vlivu na životní prostředí výrobou nového jističe LPN na místo starého jističe LSN. Z Paretových diagramů (obrázek 8.11 a 8.12) je zřejmé, že největší zatížení na životní prostředí způsobují v obou případech galvanické kaly. Jejich množství, především u staršího jističe LSN, bylo výrazně vyšší, než ostatních druhů odpadů. U jističe LPN vzniká galvanických kalů o třetinu méně a důležitou roli zde má i zaolejovaná voda.

O snížení vzniku odpadů při výrobě jističů výrobce usiluje, protože hlavním cílem společnosti OEZ je snižování vzniku odpadů, recyklace znovuvyužitelných částí použitých výrobků a v neposlední řadě použití takových materiálů, které při výrobě nebo likvidaci nezatěžují životní prostředí.

8.5 *Emise do ovzduší*

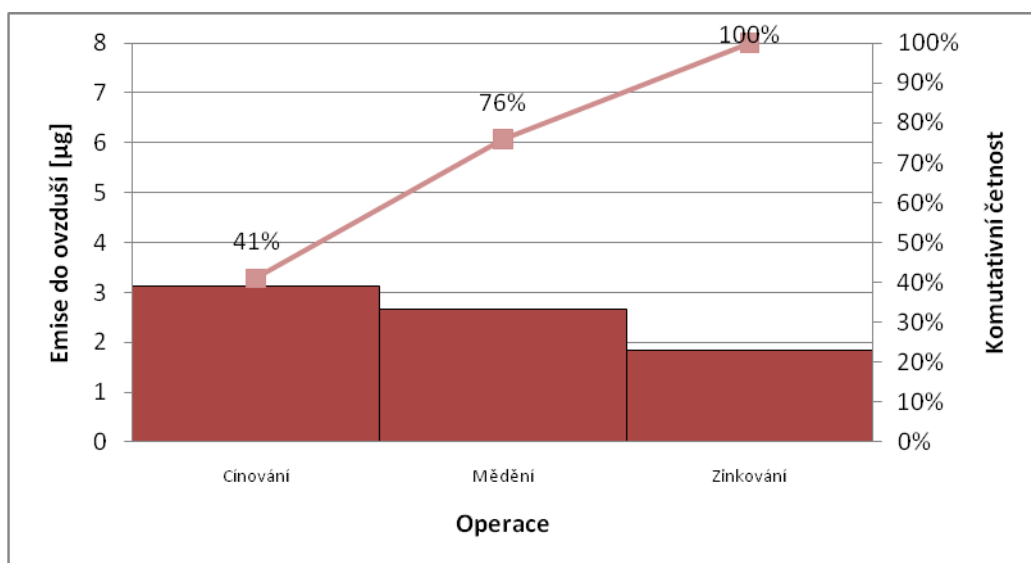
Předposlední kapitola je věnována porovnání emisí uniklým do ovzduší. Obrázek 8.13 je grafickým shrnutím dosažených výsledků. Z nich je patrné, že vliv novějšího typu jističe na znečištění ovzduší je o něco nižší. Obrázky 8.14 a 8.15 jsou Paretovy diagramy pro zvýraznění vlivů jednotlivých operací na celkových emisích. Tabulka 8.7 obsahuje jejich vstupní data. Z diagramu pro starší jistič LSN je patrné, že cínování mělo na celkový únik emisí téměř dvakrát větší vliv než zinkování. U novějšího LPN se operace podílí na znečištění rovnoměrně.



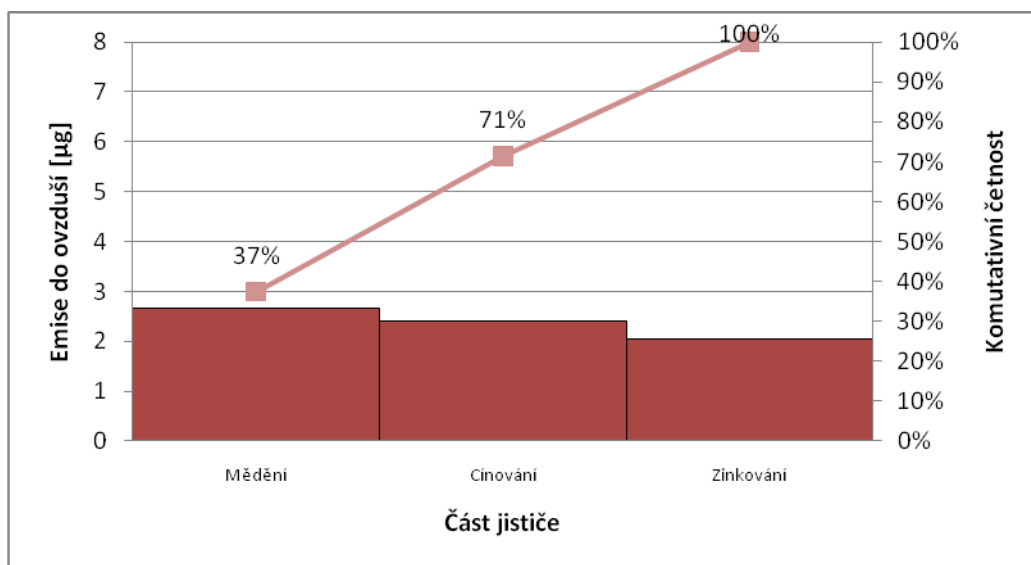
Obrázek 8.13: Srovnání množství látek uniklých do ovzduší

Tabulka 8.7: Spočtené četnosti všech úprav pro tvorbu Paretových diagramů

Typ jističe	Povrchová úprava	Emise [µg]	Četnost	Komutativní četnost
LPN	mědění	2,65928	0,374	0,374
	cínování	2,4133965	0,340	0,714
	zinkování	2,0338875	0,286	1,000
LSN	cínování	3,137415	0,410	0,410
	mědění	2,65928	0,348	0,758
	zinkování	1,848989	0,242	1,000



Obrázek 8.14: Paretův diagram pro emise uniklé během výroby jednoho kusu jističe LSN

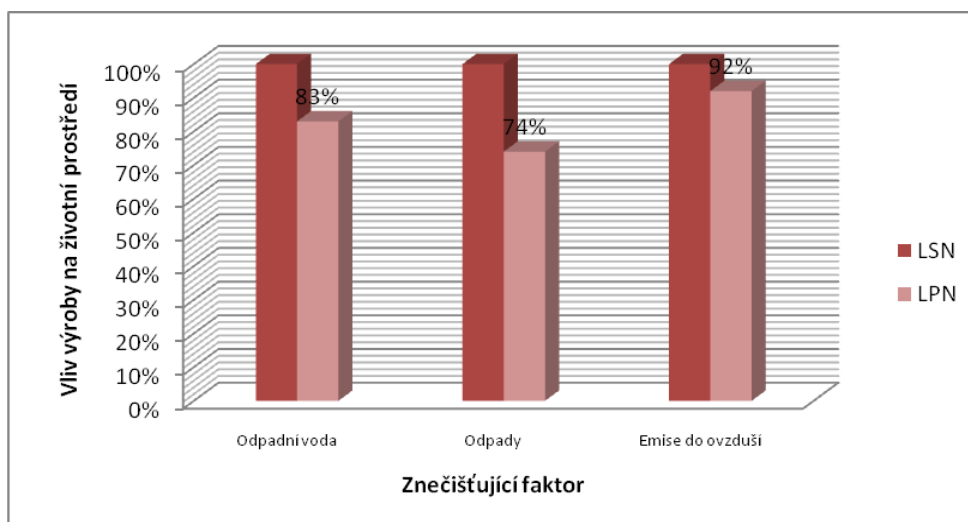


Obrázek 8.15: Paretův diagram pro emise uniklé během výroby jednoho kusu jističe LPN

8.6 Celkové shrnutí

V předcházejících kapitolách byly prezentovány všechny dílčí výsledky a zjištěny rozdíly ve všech hodnocených aspektech. Výsledné zlepšení zachycuje obrázek 8.16. Všechny porovnávané faktory jsou u staršího typu jističe LSN vyneseny jako 100 %, sloupec LPN je snížen o zjištěný pokles. Procentuální shrnutí je následující:

- produkce odpadní vody klesla o 17 %,
- celkově vyprodukovaných odpadů je méně o 26 %,
- emisí uvolněných do ovzduší je o 8 % méně,
- průměrně došlo ke zlepšení o 17 %.



Obrázek 8.16: Výsledný pokles vlivu výroby životní prostředí

9 Závěr

Tato diplomová práce je zaměřena na oblast ekologického návrhu elektrotechnických výrobků (Eco-Design), s konkrétním cílem vyhodnocení výrobků vyráběných ve firmě OEZ s.r.o. se sídlem v Letohradě. Práce obsahuje nejen pohled v teoretické rovině, kterému je věnován začátek práce (konkrétně kapitoly 2-4), kdy se mluví o tom, co všechno se smí - nesmí, ale i může či nemusí, ale především je zde popsán skutečný dopad na životní prostředí, jenž je interpretován na dvou jističích vyráběných v OEZ. Práce vznikla především z požadavků a potřeb výrobce jističů OEZ s.r.o., kde byla provedena na základě poskytnutých dat část práce.

Kapitola 5 popisuje způsoby měření jednotlivých veličin, na základě kterých je výsledné srovnávání provedeno. Dále pak prostředky firmy OEZ, kterými minimalizují jednotlivá znečištění.


V kapitole 6 jsou představeny typy jističů a kapitolou 7 začíná experimentální srovnávání. Nejprve klasickými údaji uvedenými v katalogových listech. Jedná se především o možnosti použití obou jističů, jejich charakteristické vlastnosti a v neposlední řadě o příslušenství, jimž je lze doplnit. Dále byl postupně sestaven první nástroj pro ekologický návrh výrobku (eco-design) – materiálová tabulka. Jedná se o výchozí bod pro většinu dalších srovnání, protože do detailu popisuje oba jističe (dílce, jejich množství, použité materiály a hmotnost).

Hlavním cílem práce bylo porovnání ekologického dopadu, jež se ukázalo jako poněkud náročnější. Protože se přešlo z výroby staršího stykače LSN na výrobu novějšího typu LPN, bylo jediným možným řešením vycházet z hodnot v archivu, které byly získávány v průběhu několika let. Ten ne vždy obsahoval všechna potřebná data, a proto bylo v neposlední řadě i nutné vyhledat osoby, jež byly schopné sdělit potřebné informace. To se nakonec povedlo a byla získána všechna data, potřebná ke zjištění dopadu výroby na životní prostředí.

Výsledkem je srovnání dvou typů stykačů LSN a LPN z hlediska objemu vzniklé odpadní vody, kde byl zjištěn výrazný pokles u nového jističe LPN. Dále bylo vyhodnoceno množství odpadu, který vzniká během výroby. Zde je i přes to, že množství vzniklé zaolejované vody je u novějšího jističe dle výpočtů větší, celková produkce odpadů opět mnohem nižší. Nakonec je srovnána produkce škodlivin, unikajících do ovzduší, kde je novější jistič opět o poznání šetrnější.

Cíle práce tedy byly bezezbytku splněny a z výsledků je jasně vidět, že nový produkt je svojí výrobou mnohem šetrnější k životnímu prostředí, než jeho předchůdce. Není to dílem náhody, ale právě důrazem, který je na tuto oblast během návrhu kladen. Výsledky také vypovídají o tom, že se firma OEZ s.r.o. soustředila na minimalizaci ekologického dopadu svých výrobků již mnohem dříve, protože rozdíly nejsou až tak markantní, jak by tomu mohlo být v případě, kdy by byl starší typ LSN vyvíjen bez důrazu na ekologii.

Seznam použitých zdrojů:

- [1] SYLVANIA, Havels. *Info k nové směrnici EuP o osvětlení domácnosti*. Cit. 18-5-2011
Dostupné z: www.vogel-electric.cz/files/EuP_prezentace_sylvania_cz.ppt
- [2] Wikipedie. *RoHS*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/RoHS>
- [3] Wikipedie. *Elektroodpad*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektroodpad>
- [4] Lipo. *R,S věty chemikálií*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.lipoland.com/r-s-vety-chemikalii/>
- [5] Locus research, *MET matrix online template*. Cit. 19-4-2010. Dostupné z:
http://locusresearch.com/sites/default/files/METMatrix_OnlineTemplate.xls
- [6] PETIRA, Oldřich. *Příručka REACH*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSFJV1IF7/\\$FILE/PriruckaREACHv4.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFJV1IF7/$FILE/PriruckaREACHv4.pdf)
- [7]  info@reach.cz. *REACH a Evropská chemická agentura*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.reach.cz/reach-eca.htm>
- [8] European Commision Environment. *REACH*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm
- [9] Fraunhofer IZM. *Toxic Potential Indicator Calculator*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.izm.fraunhofer.de/EN/abteilungen/ere/dienstleistungen/izmeetoolbox/TPICalculator.jsp>
- [10] Hong Kong Green Manufacturing Alliance. *REACH Registration details*.
Cit. 18-5-2011 Dostupné z: <http://www.gma.org.hk/questcms/main/main.php?obj=59&page=1&kw=&ii=&ci=&theme=default&lg=en>
- [11] VOGEL electric. *Nová směrnice EuP*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.vogel-electric.cz/smernice-eup.html>
- [12] eISO.cz. *ISO 14001*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.eiso.cz/poradenstvi/nase-sluzby/iso-14001/>
- [13] Ústav chemie ochrany prostředí. *Odpady z průmyslu*. Cit. 18-5-2011. Dostupné z:
<http://www.vscht.cz/uchop/velebudice/odpady/odpady2.htm>

- [14] SZENDIUCH, Ivan. *Základy technologie mikroelektronických obvodů a systémů*. 1. vydání. Brno: VUTIUM, 2006. 375 s. ISBN 80-214-3292-6.
- [15] OEZ Letohrad, *Přístroje pro domovní rozvody*. Letohrad, 2005.
- [16] ČSN EN 60898. *Elektrická příslušenství – Jističe pro nadproudové jištění domovních a podobných instalací*. Praha: Český normalizační institut, 2003. 112 stran
- [17] AXIA CZ s.r.o. *Protokol o autorizovaném měření emisí č. AM 139091*. Lanškroun, 2009. 13 stran
- [18] Empress. *Ekodesign*. Cit. 23-5-2011. Dostupné z:
http://platforma.usv-partner.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=4

Seznam obrázků:

Obrázek 2.1: Aspekty ovlivňující návrh výrobku	10
Obrázek 2.2: Životní cyklus výrobku.....	11
Obrázek 3.1: Harmonogram registrace chemických látek, upraveno z [10]	14
Obrázek 3.2: Ukázka štítku energetické účinnosti [11]	15
Obrázek 3.3: Dynamický model environmentálního systému managementu podle ISO 14 001 [12] ...	18
Obrázek 4.1: Kalkulačka pro výpočet TPI [9]	20
Obrázek 5.1: Výduchy umístěné na galvanovně nad jednou z linek.....	27
Obrázek 5.2: Schéma měřicí soustavy	28
Obrázek 6.1: Jističe LPN (vlevo a uprostřed) a LSN (vpravo)	29
Obrázek 6.2: Vypínací charakteristiky jističů podle ČSN EN 60898 [15].....	34
Obrázek 6.3: Příklad konstrukce jističe.....	35
Obrázek 7.1: Jistič typu LSN	36
Obrázek 7.2: Jistič typu LPN	37
Obrázek 7.3: Ukázka příslušenství – přepážky	39
Obrázek 8.1: Graf srovnání počtu součástek v jednotlivých částech jističe.....	53
Obrázek 8.2: Graf srovnání celkového počtu součástek v obou jističích.....	53
Obrázek 8.3: Paretův diagram pro části jističe LSN	54
Obrázek 8.4: Paretův diagram pro části jističe LPN	54
Obrázek 8.5: Graf srovnání typů komponent pro oba jističe.....	55
Obrázek 8.6: Paretův diagram pro materiály (případně části) jističe LSN.....	56
Obrázek 8.7: Paretův diagram pro materiály (případně části) jističe LPN.....	57
Obrázek 8.8: Kovy použité při výrobě jističů LSN a LPN	58
Obrázek 8.9: Množství odpadní vody na 1 jistič od obou typů.....	58
Obrázek 8.10: Srovnání obou jističů z hlediska vyprodukovaných odpadů	59
Obrázek 8.11: Paretův diagram pro odpady vyprodukované během výroby jednoho kusu jističe LSN	60
Obrázek 8.12: Paretův diagram pro odpady vyprodukované během výroby jednoho kusu jističe LPN	60
Obrázek 8.13: Srovnání množství látek uniklých do ovzduší	62
Obrázek 8.14: Paretův diagram pro emise uniklé během výroby jednoho kusu jističe LSN	62
Obrázek 8.15: Paretův diagram pro emise uniklé během výroby jednoho kusu jističe LPN	63
Obrázek 8.16: Výsledný pokles vlivu výroby životní prostředí.....	63

Seznam tabulek:

Tabulka 4.1: Typy environmentálních ukazatelů	21
Tabulka 4.2: MET matice, přepracováno z [5]	22
Tabulka 6.1: Normalizované hodnoty jmenovitého napětí, přepracováno z ČSN EN 60898	31
Tabulka 7.1: Srovnání veškerých technických parametrů	39
Tabulka 7.2: Výpis materiálů pro jistič LSN	41
Tabulka 7.3: Výpis materiálů pro jistič LPN	42
Tabulka 7.4: Množství materiálu v jističích LSN a LPN	44
Tabulka 7.5: Celková spotřeba kovů	45
Tabulka 7.6: Celková hmotnost vyprodukovaných odpadů za rok 2007 a 2009	46
Tabulka 7.7: Pokovované plochy na obou typech jističů	50
Tabulka 7.8: Emise do ovzduší pro jistič LPN	50
Tabulka 7.9: Emise do ovzduší pro jističe LPN a LSN	51
Tabulka 8.1: Srovnání počtu součástek	52
Tabulka 8.2: Vypočtené četnosti komponent v částích jističe LSN	53
Tabulka 8.3: Srovnání typů komponent	55
Tabulka 8.4: Četnosti částí pro tvorbu Paretových diagramů	56
Tabulka 8.5: Souhrn množství odpadů připadajících na jističe	59
Tabulka 8.6: Četnosti odpadů pro tvorbu Paretova diagramu pro oba typy jističe	60
Tabulka 8.7: Spočtené četnosti všech úprav pro tvorbu Paretových diagramů	62